

2b

VWO | GYMNASIUM

biologie voor jou
HANDBOEK

bvj

MALMBERG

2b

VWO | GYMNASIUM
biologie voor jou
HANDBOEK



BIOLOGIE VOOR DE ONDERBOUW
VWO | GYMNASIUM

AUTEURS

ARTEUNIS BOS
ARTHUR JANSEN
ONNO KALVERDA
HANS RAWEE
GERARD SMITS
BEN WAAS

ZEVENDE EDITIE
MALMBERG 'S-HERTOGENBOSCH
WWW.BIOLOGIEVOORJOU.NL

Voorwoord

Het biologieboek dat voor je ligt, is deel 2b van 'Biologie voor jou'. Hoe het boek precies in elkaar zit, kun je zien als je het doorbladert. We hebben dit boek zó geschreven, dat je er zelfstandig mee kunt werken.

Je kunt op hulp van je docent rekenen als je die nodig hebt.

Bij dit boek hoort een werkboek, een antwoordenboek en een methodesite.

Op de methodesite vind je een digitale versie van het werkboek en/of handboek. Daarnaast is er de mogelijkheid om digitaal te oefenen (inclusief diagnostische toetsing).

WERKEN MET BIOLOGIE VOOR JOU

De onderwerpen die in dit boek staan, noemen we thema's. Elk thema begint met een inleiding. Hierin staat kort beschreven wat je in het thema kunt verwachten.

Elk thema bestaat uit de volgende onderdelen:

- Basisstof
- Extra basisstof
- Samenvatting
- Diagnostische toets
- Verrijkingsstof

Hierna kun je lezen hoe je met deze onderdelen moet werken.

BASISSTOF

In de basisstof staan teksten en afbeeldingen die je gaat lezen. Je komt dan vanzelf een verwijzing tegen naar opdrachten die in het werkboek staan. Bijvoorbeeld:

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 6

Deze opdrachten maak je in je werkboek.

Aan het einde van de basisstof staat soms een keuzeopdracht. Je hoort van je docent of je deze keuzeopdracht moet maken.

Als je de opdrachten hebt gemaakt, word je terugverwezen naar het handboek. Bijvoorbeeld:

HB BASISSTOF 2 BLZ. 11

Soms moet je bij een opdracht gebruikmaken van internet.

Bij sommige opdrachten heb je een knipblad nodig. Deze knipbladen zitten in het werkboek. Het is handig als je zelf een schaar en een plakstift hebt. Naast je gewone schrijfmateriaal heb je een tekenpotlood (HB) nodig en kleurpotloden. Met het antwoordenboek kun je zelf de gemaakte opdrachten nakijken.

EXTRA BASISSTOF

Aan het einde van de basisstof staat de extra basisstof. Als je de basisstof klaar hebt, hoor je van je docent of je de extra basisstof moet gaan maken. De gemaakte opdrachten uit de extra basisstof kun je nakijken met het antwoordenboek.

SAMENVATTING

In de samenvatting is kort weergegeven wat je hebt geleerd in de basisstof en (eventueel) in de extra basisstof. Je moet dit ‘kennen en kunnen’ voor een proefwerk.

DIAGNOSTISCHE TOETS

Met de diagnostische toets kun je nagaan of je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat. De diagnostische toets kun je nakijken met het antwoordenboek.

De diagnostische toets kun je ook maken op de methodesite. Je krijgt dan meteen te zien of je de vragen goed hebt beantwoord.

VERRIJKINGSSTOF

Als je alles ‘kent en kunt’ wat in de samenvatting staat, kun je aan de verrijkingsstof beginnen. De verrijkingsstof bestaat uit onderdelen waaruit je kunt kiezen. Je hoeft niet alle onderdelen te maken; je hoort van je docent hoeveel je er moet kiezen. De opdrachten van de verrijkingsstof kun je met het antwoordenboek nakijken.

We hopen dat je met veel plezier met dit boek zult werken.

De auteurs

Inhoud

Thema 5 Erfelijkheid en evolutie

BASISSTOF	8
1 Genotype en fenotype	8
2 Chromosomen, genen en genexpressie	11
3 Geslachtelijke voortplanting	15
4 Dominante en recessieve allelen	19
5 Mutaties	20
6 De evolutietheorie	24
7 Argumenten voor de evolutietheorie	33
8 De geschiedenis van het leven op aarde	37
9 Biotechnologie	42
EXTRA BASISSTOF	48
10 Erfelijkheidsonderzoek	48
11 Kruisingen	51
SAMENVATTING	54
DIAGNOSTISCHE TOETS	58
VERRIJKINGSSTOF	66
1 De evolutie van paardachtigen	66
2 Stamcellen	68
3 Het syndroom van Down	71

Thema 6 Ecologie

BASISSTOF	74
1 Wat is ecologie?	74
2 Voedselrelaties	78
3 Kringlopen	81
4 Piramides	84
5 Energiestroom in een ecosysteem	86
6 Populaties	88
7 Successie	90
8 Aanpassingen bij dieren	92
9 Aanpassingen bij planten	95
EXTRA BASISSTOF	97
10 Samenleven	97
11 De bodem	100
SAMENVATTING	101
DIAGNOSTISCHE TOETS	104
VERRIJKINGSSTOF	110
1 Ecosystemen in Nederland	110
2 De strooisellaag	112
3 Biotopenkaart	113

Thema 7

Mens en milieu

BASISSTOF 116

- 1 De mens en het milieu 116
- 2 Energie 123
- 3 Het broeikaseffect 127
- 4 Schone lucht 131
- 5 Afval 134
- 6 Voedselproductie 139
- 7 Bescherming tegen ziekten en plagen 146

EXTRA BASISSTOF 150

- 8 Water en bodem 150
- 9 Maatregelen om het milieu te beschermen 154

SAMENVATTING 156

DIAGNOSTISCHE TOETS 161

VERRIJKINGSSTOF 169

- 1 Zwerfafval 169
- 2 Ecologische voetafdruk 172
- 3 Een bodemprofiel maken 173

REGISTER 174

5

Erfelijkheid en evolutie



BASISSTOF

1	Genotype en fenotype	8
2	Chromosomen, genen en genexpressie	11
3	Geslachtelijke voortplanting	15
4	Dominante en recessieve allelen	19
5	Mutaties	20
6	De evolutietheorie	24
7	Argumenten voor de evolutietheorie	33
8	De geschiedenis van het leven op aarde	37
9	Biotechnologie	42

EXTRA BASISSTOF

10	Erfelijkheidsonderzoek	48
11	Kruisingen	51

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting	54
Diagnostische toets	58

VERRIJKINGSSTOF

1	De evolutie van paardachtigen	66
2	Stamcellen	68
3	Het syndroom van Down	71



Dit thema heet: Erfelijkheid en evolutie. Je hebt eigenschappen geërfd van je ouders, net als iedereen. In dit thema leer je hoe ouders eigenschappen kunnen doorgeven aan hun nakomelingen. Tot in de negentiende eeuw dacht men dat alle soorten organismen altijd onveranderd hadden bestaan. Nu denken de meeste mensen daar anders over. De soorten die nu op aarde leven, zijn waarschijnlijk in de loop van miljoenen jaren ontstaan uit andere soorten. In dit thema leer je hoe dit waarschijnlijk in zijn werk is gegaan.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Genotype en fenotype

Over een pasgeboren baby hoor je soms: 'Ik vind dat hij op zijn moeder lijkt' of 'Zij heeft de ogen van haar vader'. Je kunt dan aan het kind zien dat het eigenschappen heeft geërfd van de moeder en de vader. Het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme noemen we het **fenotype** van dat organisme.

Je fenotype bestaat uit duizenden eigenschappen. Veel van die eigenschappen heb je geërfd van je ouders (bijvoorbeeld de kleur van je haar, de kleur van je ogen en de vorm van je gezicht). De **informatie** voor je erfelijke eigenschappen ligt in het DNA in de celkernen. In elke cel van je lichaam bevat de celkern de informatie voor al je erfelijke eigenschappen.

▼ Afb. 1

**DNA-test
erfelijke
ziekten**

Dader gepakt door DNA-test

**DNA-onderzoek
verheldert evolutie**

**Nieuwe soort
ontdekt door
DNA-onderzoek**

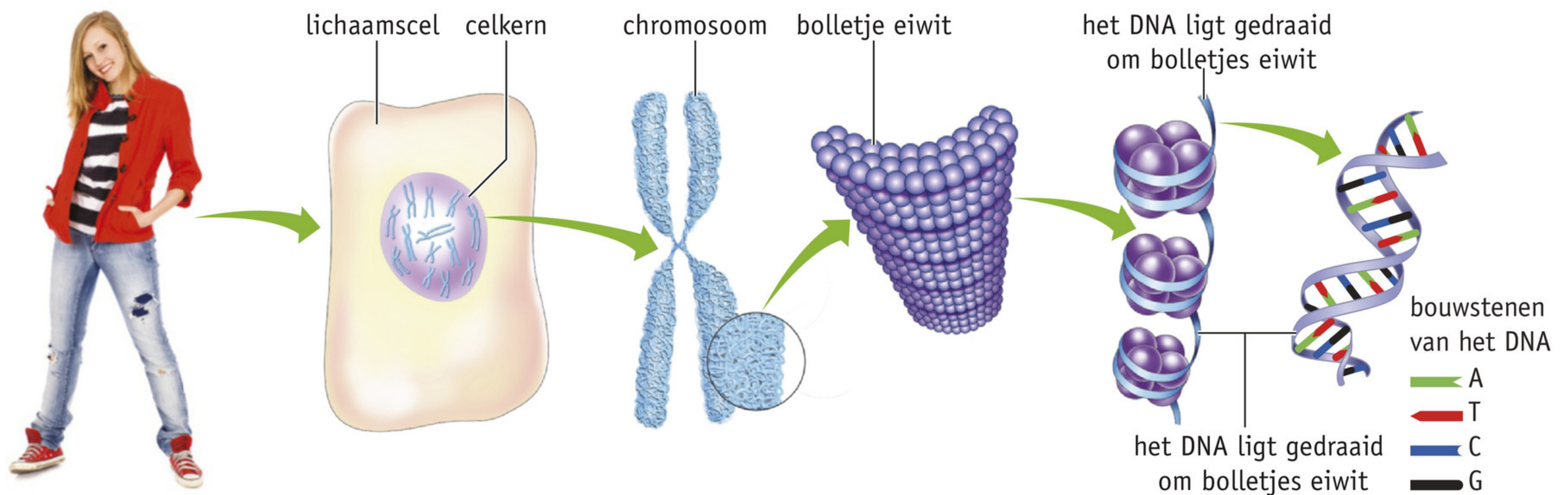
**Beter daten
met DNA-test**

**Kim weet nu wie haar
vader is dankzij
DNA-verwantschapstest**

Fraude met paardenvlees ontdekt door DNA-test

In elke celkern in je lichaam liggen **chromosomen**. Chromosomen zijn langgerekte dunne 'draden'. Chromosomen bestaan voor een groot deel uit de stof **DNA**. Deze stof bevat de informatie voor al je erfelijke eigenschappen. In nieuwsberichten lees je regelmatig over DNA (zie afbeelding 1). Chromosomen liggen in een celkern als een wirwar door elkaar. Alleen wanneer een cel zich deelt, worden de chromosomen korter en dikker (zie afbeelding 2.2). Met een microscoop zijn de chromosomen dan zichtbaar.

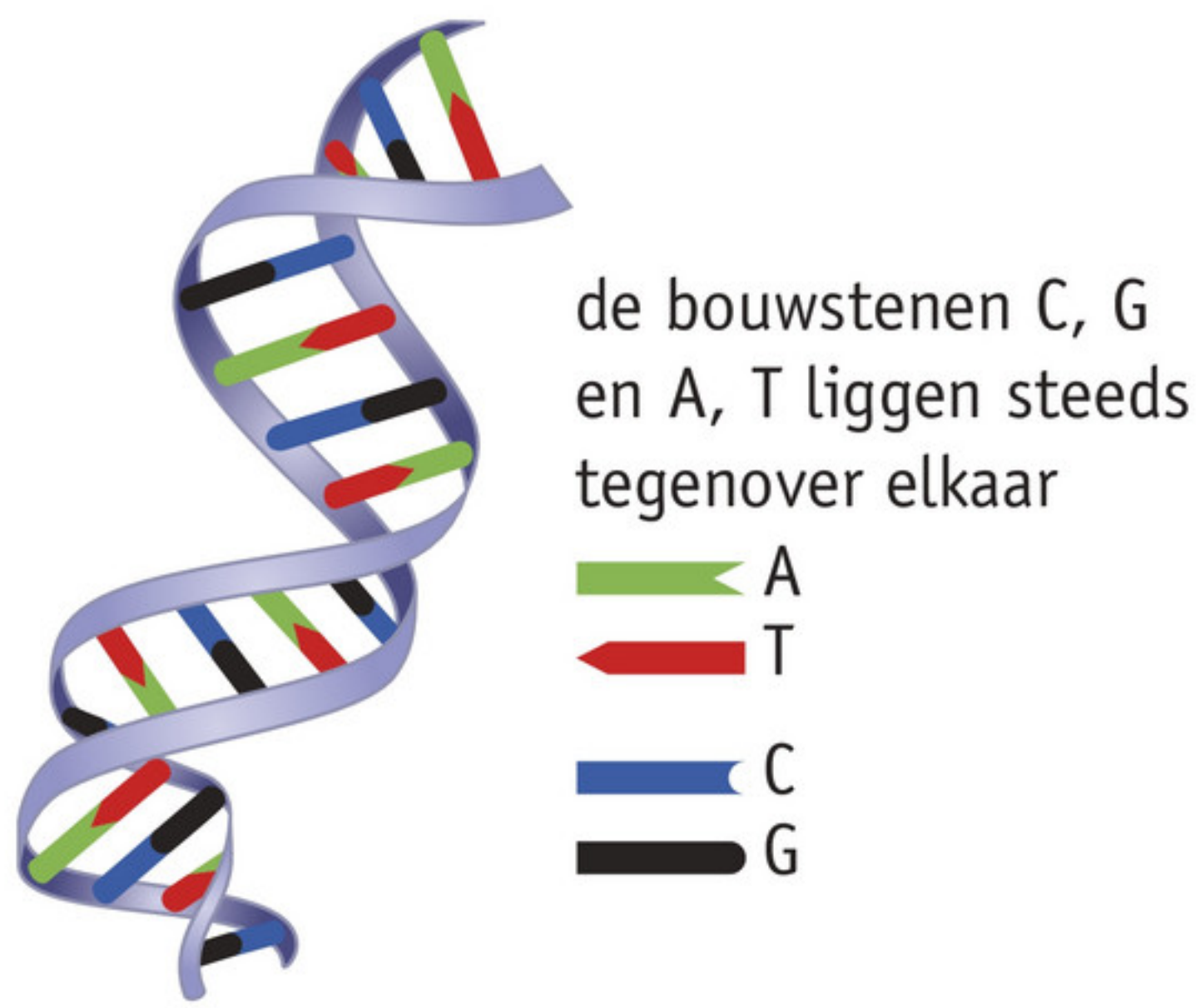
▼ Afb. 2



1 organisme

2 lichaamcel met chromosomen en DNA

▼ Afb. 3

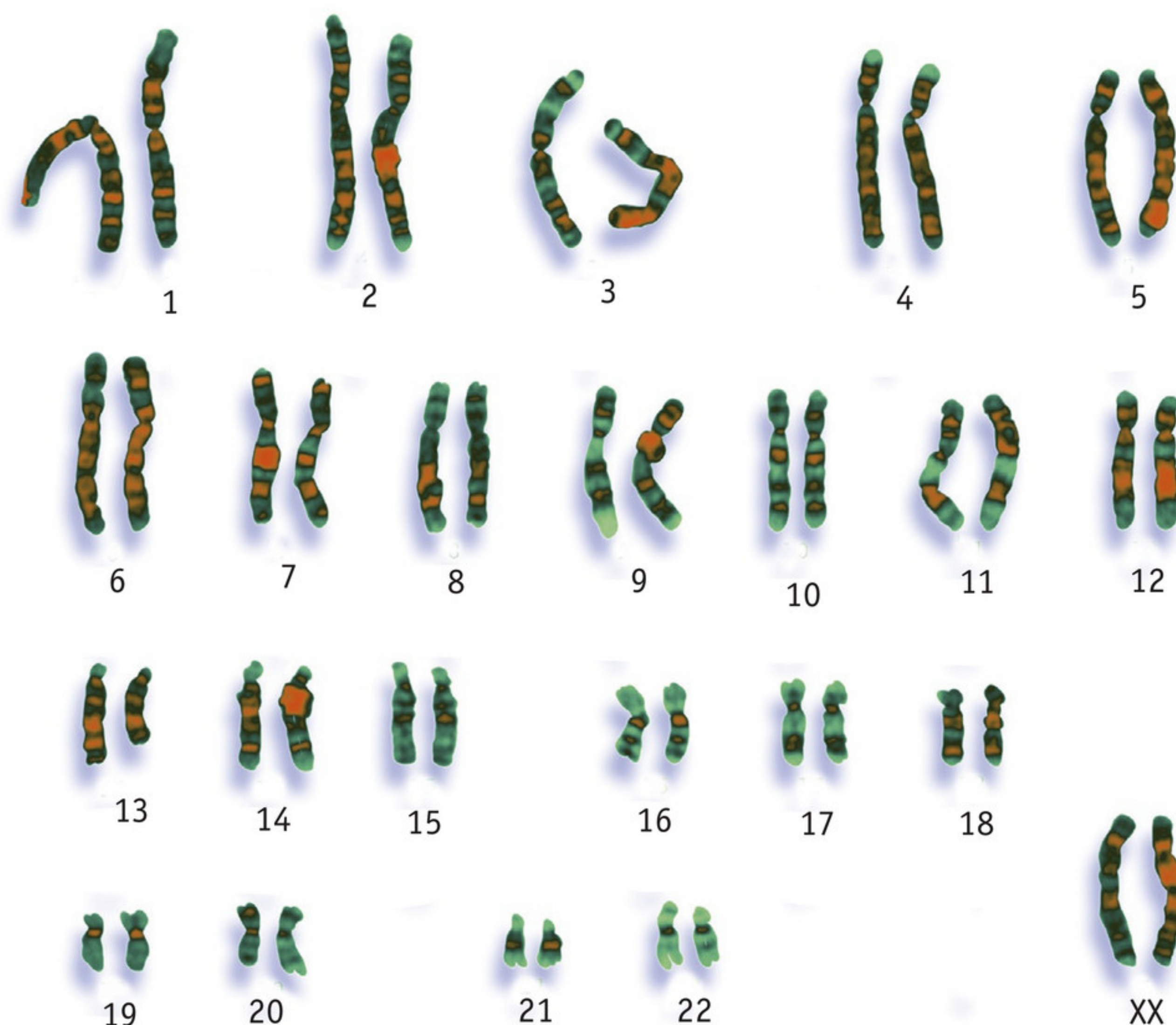


de bouwstenen A, T, C, G vormen codes met de informatie voor erfelijke eigenschappen

In deel 1 heb je geleerd dat DNA is opgebouwd uit vier verschillende bouwstenen: C, G, A en T. De bouwstenen C en G liggen steeds tegenover elkaar, net als de bouwstenen A en T. Je hebt ook geleerd dat de volgorde waarin deze bouwstenen staan, de **DNA-sequentie** heet. Doordat deze vier bouwstenen van het DNA in een bepaalde volgorde staan, ontstaat een **code** met de informatie voor een erfelijke eigenschap. Het DNA bevat veel verschillende codes met de informatie voor veel verschillende erfelijke eigenschappen (zie afbeelding 4). Het DNA in de chromosomen in één enkele celkern bevat de complete informatie voor al je erfelijke eigenschappen. Deze informatie noemen we het **genotype**.

In afbeelding 4 zie je de chromosomen van één cel van een vrouw gerangschikt naar grootte en vorm. Uit deze afbeelding blijkt dat een cel van een mens 46 chromosomen bevat. De chromosomen zijn telkens twee aan twee aan elkaar gelijk. De chromosomen komen in **paren** voor. De beide chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten ook de informatie voor dezelfde erfelijke eigenschappen.

► Afb. 4 De chromosomen van een vrouw, in paren gerangschikt.



▼ **Tabel 1** Enkele soorten met het aantal chromosomen per lichaamscel.

Soort	Aantal chromosomen
Bananenvlieg	8
Huisvlieg	12
Erwt	14
Ui	16
Tomaat	24
Groene kikker	26
Kat	38
Mens	46
Veldmuis	46
Aardappel	48
Hond	78
Adelaarsvaren	104
Heremietkreeft	254

Een mens heeft 23 paren chromosomen in een celkern. Dit geldt voor alle cellen waaruit het lichaam van een mens is opgebouwd. Deze cellen noemen we **lichaamscellen**. Voorbeelden van lichaamscellen zijn levercellen, spiercellen en huidcellen.

Elke soort organisme heeft in de kernen van de lichaamscellen een vast aantal chromosomen. Deze chromosomen komen telkens in paren voor. In tabel 1 is voor een aantal soorten het aantal chromosomen per lichaamscel weergegeven. Uit deze tabel blijkt dat elke soort een even aantal chromosomen in de lichaamscellen heeft.

HOE KOMT HET FENOTYPE TOT STAND?

Het genotype kan veel eigenschappen bepalen. Als je bijvoorbeeld zwart haar hebt, wordt deze kleur veroorzaakt door je genotype. Ook als je steil haar hebt, wordt deze eigenschap veroorzaakt door je genotype.

Het genotype bepaalt echter niet al je eigenschappen. Misschien heb je een blanke huid. In de zomer kan je huid bruin worden door de zon. Je fenotype verandert dan. Maar in je chromosomen blijf je de erfelijke eigenschap voor een blanke huid bezitten (zie afbeelding 5).

Uit dit voorbeeld blijkt dat het fenotype maar voor een deel wordt bepaald door het genotype. Het fenotype kan door allerlei oorzaken veranderen, zonder dat het genotype verandert. De oorzaken van deze veranderingen kun je samenvatten als 'invloeden uit het milieu'.

Het fenotype van een organisme komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

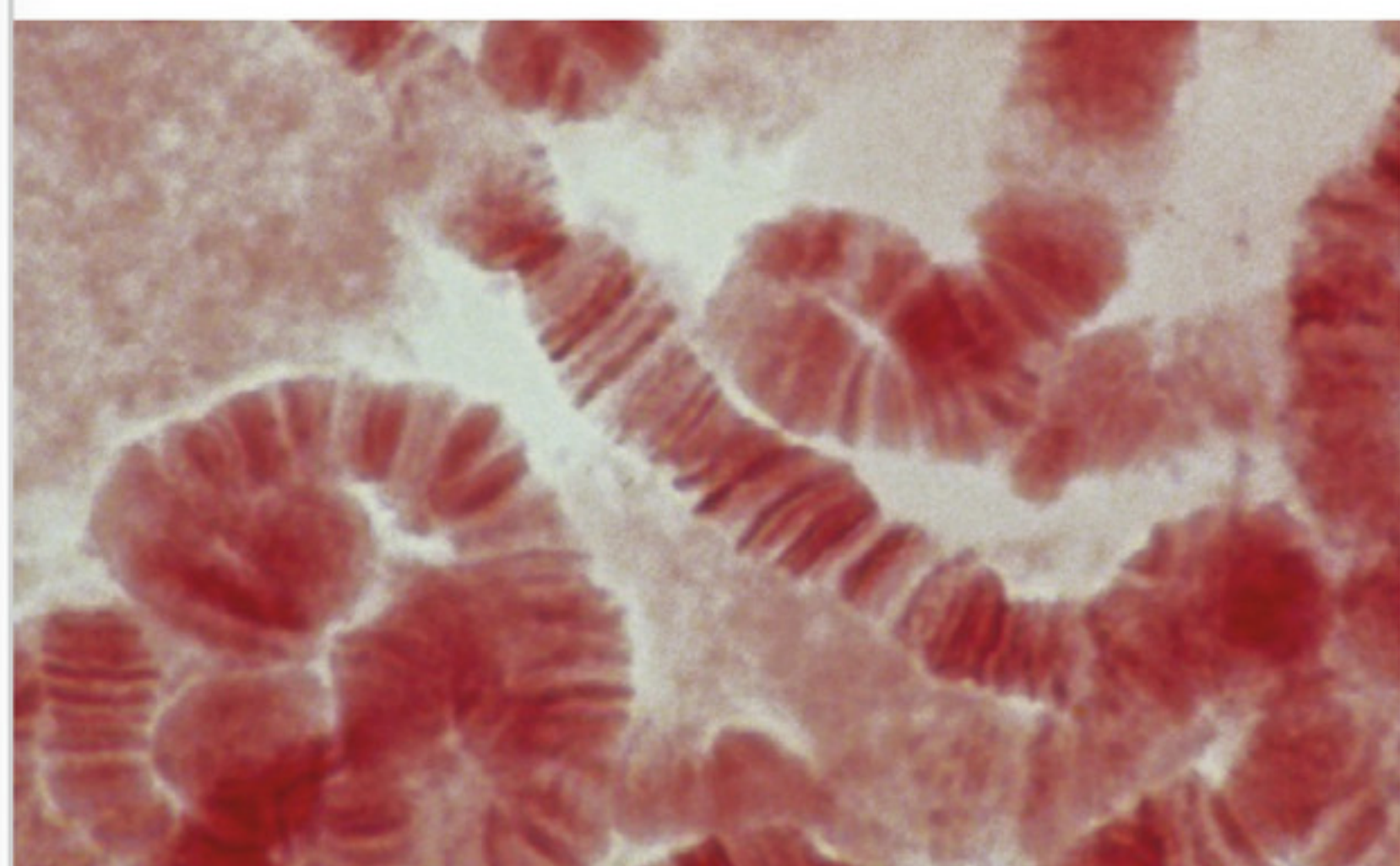
▼ **Afb. 5** Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 6

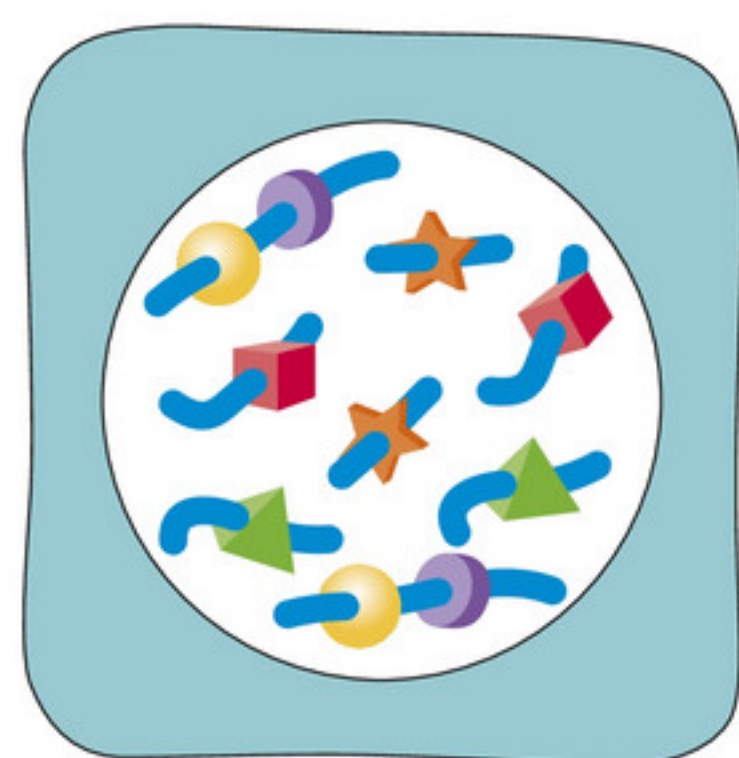


2 Chromosomen, genen en genexpressie

▼ **Afb. 6** Chromosoom (microscopische foto).

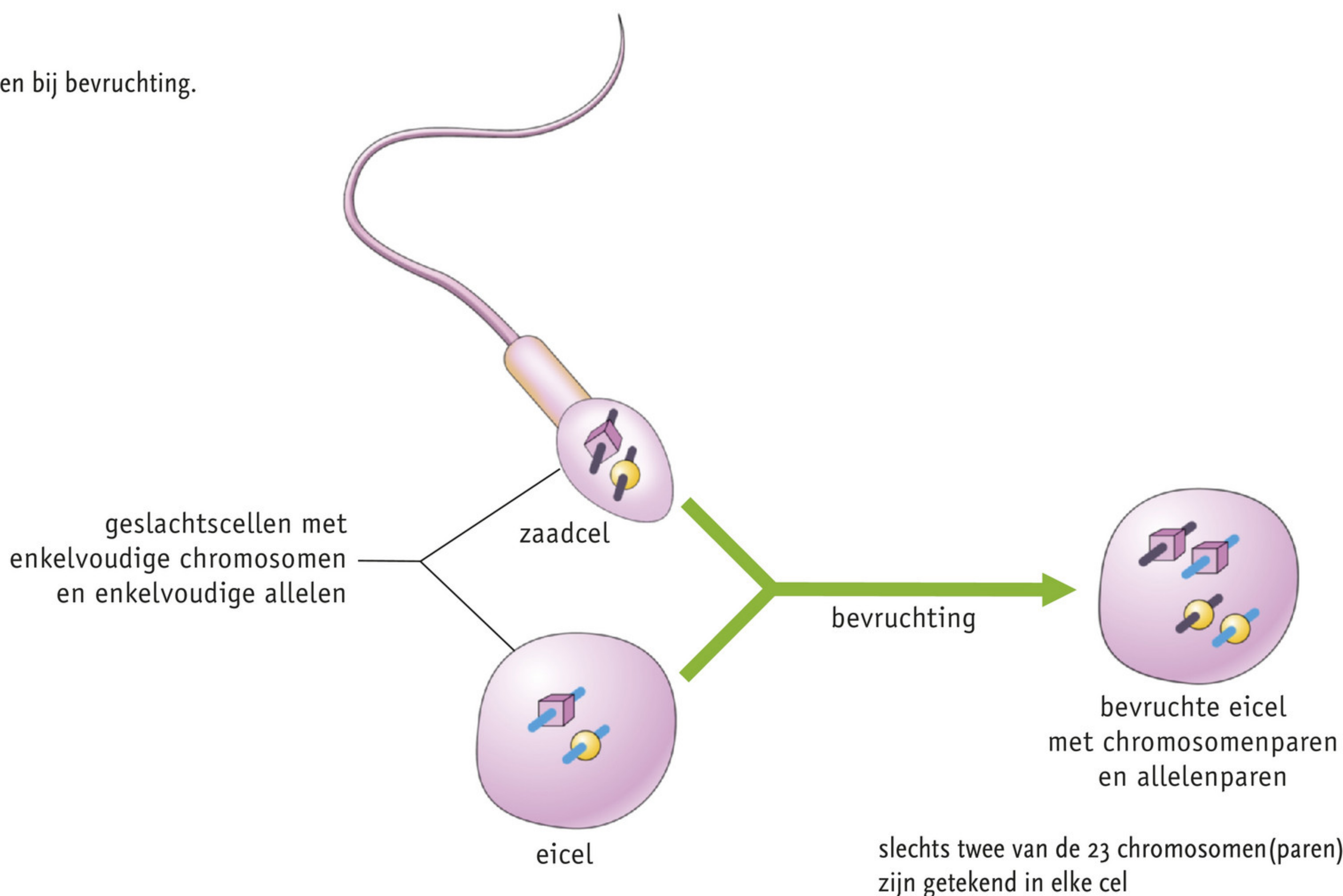


▼ **Afb. 7** Lichaamscel met chromosomen en allelenparen (schematisch).



● ■ ▲ ★ = allelen

▼ **Afb. 8** Chromosomen bij bevruchting.



Ieder mens heeft duizenden erfelijke eigenschappen. De informatie hiervoor ligt in slechts 46 chromosomen. Elk chromosoom bevat dan ook de informatie voor een groot aantal erfelijke eigenschappen.

Een **gen** is een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap. Elk chromosoom bevat veel genen. Het genotype is het geheel van genen dat in een celkern aanwezig is. Elke cel met celkern bevat alle genen.

Je hebt geleerd dat de chromosomen in lichaamscellen in paren voorkomen. De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk. Ze bevatten dan ook genen voor dezelfde erfelijke eigenschappen (zie afbeelding 8). In lichaamscellen komen de genen dus in paren voor. Een enkelvoudig gen van een genenpaar noemen we een **allel**, een genenpaar noemen we een allelenpaar. Eén **allelenpaar** bevat de informatie voor één erfelijke eigenschap, bijvoorbeeld de kleur van je ogen. De allelen van een allelenpaar kunnen wel verschillende informatie bevatten, bijvoorbeeld een allel met informatie voor blauwe oogkleur en een allel voor bruine oogkleur. In basisstof 3 leer je hier meer over.

Ook in de kernen van **geslachtscellen** (eicellen en zaadcellen) komen chromosomen voor. In geslachtscellen komen de chromosomen echter niet in paren voor, maar **enkelvoudig**. Een geslachtscel van een mens bevat dus geen 46 chromosomen, maar slechts 23. Daardoor bevat een geslachtscel *geen* allelenparen, maar enkelvoudige allelen.

Bij bevruchting versmelten de kern van een zaadcel en de kern van een eicel met elkaar. De chromosomen van de zaadcel en de chromosomen van de eicel komen dan bij elkaar, in de kern van de bevruchte eicel.

De kern van de zaadcel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de vader. De kern van de eicel bevat 23 chromosomen die afkomstig zijn van de moeder. De kern van de bevruchte eicel bevat weer 46 chromosomen die twee aan twee aan elkaar gelijk zijn. Van elk chromosomenpaar is één chromosoom afkomstig van de moeder en één van de vader (zie afbeelding 8). Van elk allelenpaar is dan ook één allel afkomstig van de vader en één allel van de moeder. Een DNA-verwantschapstest maakt gebruik van deze informatie (zie afbeelding 9).

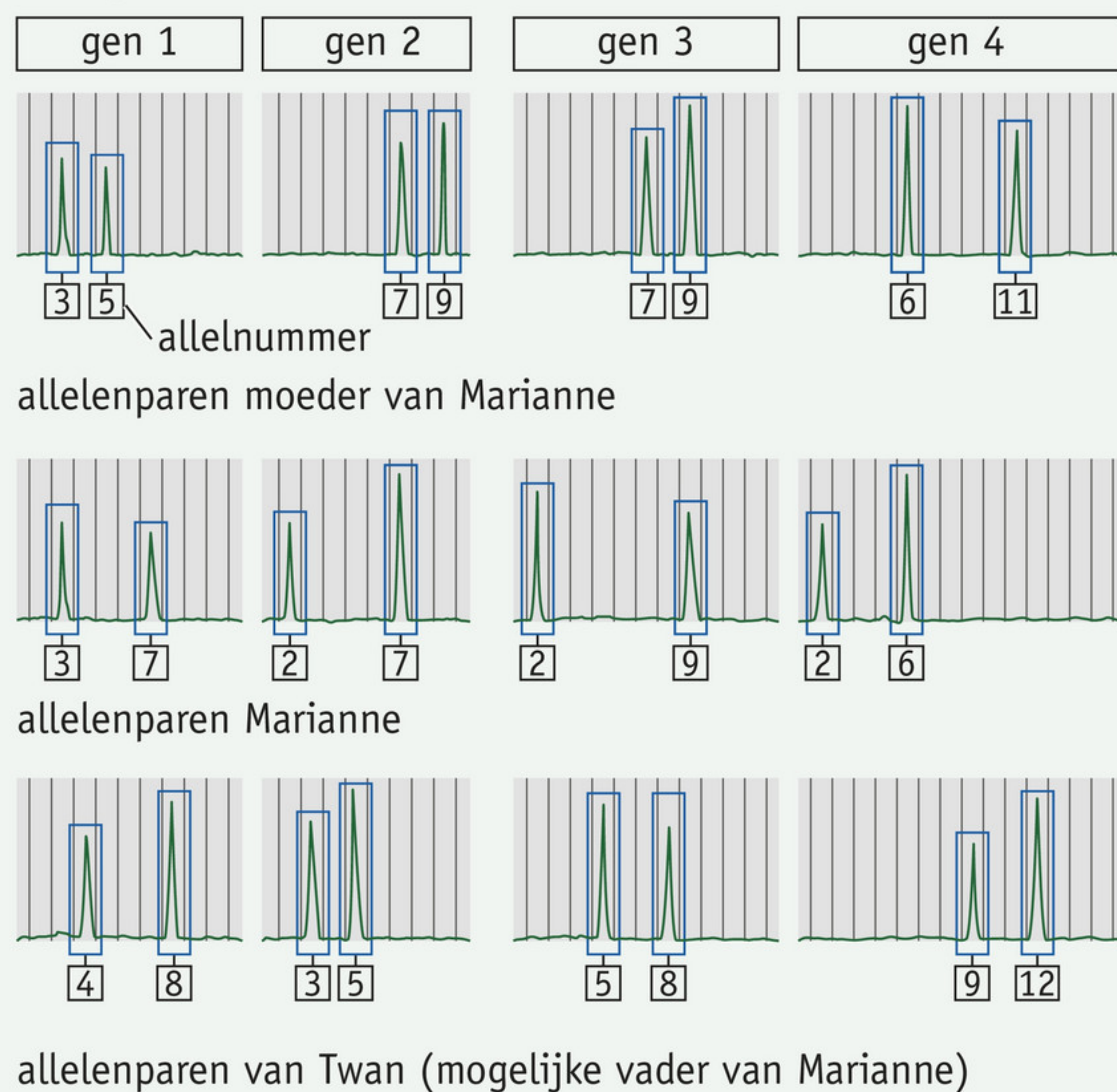
▼ Afb. 9

DNA-verwantschapsonderzoek

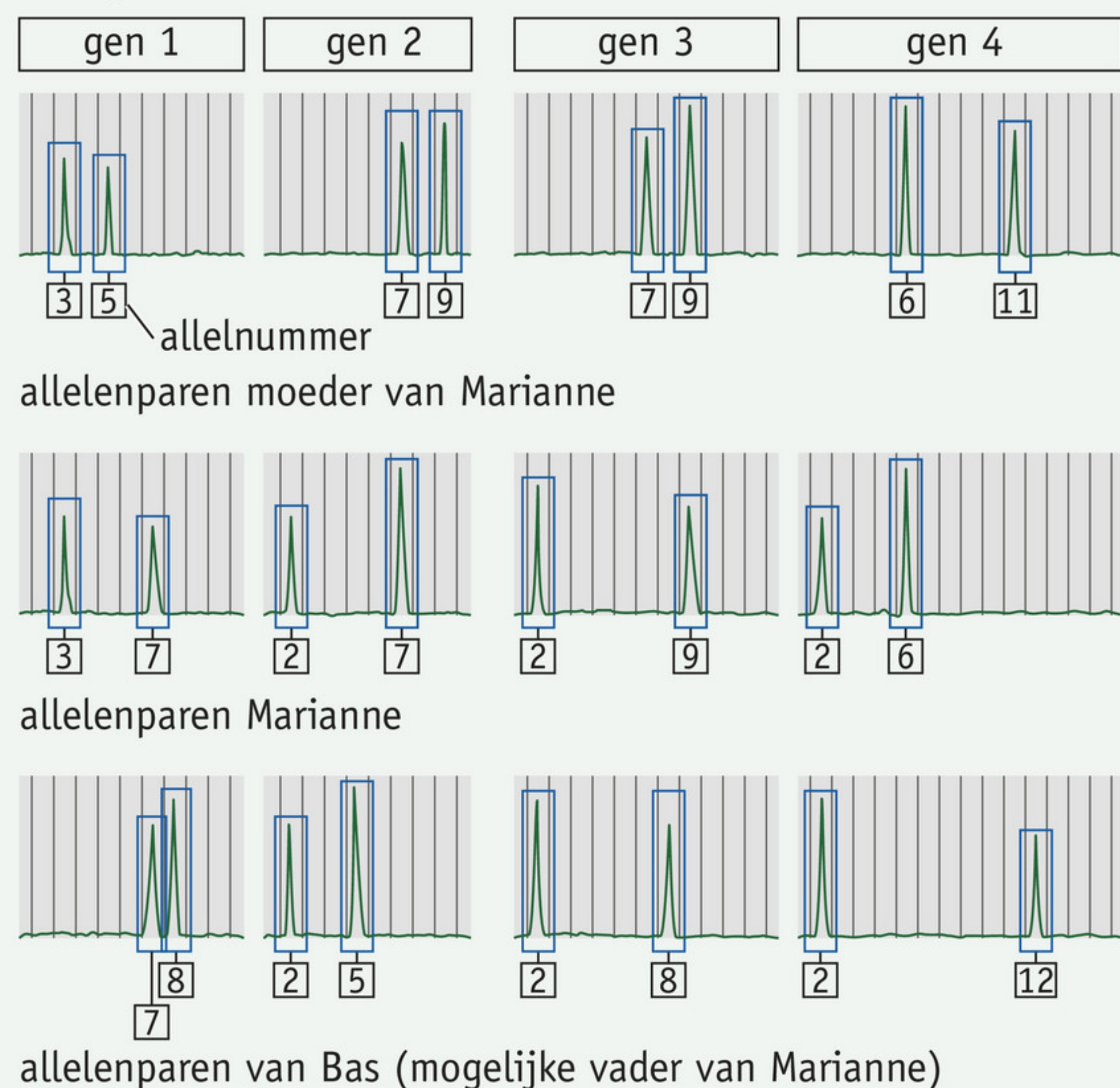
Elk mens heeft de helft van de allelen van zijn vader en de helft van de allelen van zijn moeder. Met een DNA-verwantschapstest kan worden bepaald of het kind allelen heeft van de mogelijke vader. Van bepaalde genen kunnen wel 25 verschillende allelen bekend zijn. Elk allel van een gen krijgt dan een nummer. Met een DNA-verwantschapstest kan bijvoorbeeld van vier verschillende genen (of

delen ervan) worden onderzocht welke allelenparen voorkomen. Als de allelen van de moeder wel bekend zijn en het kind heeft allelen die niet van de moeder zijn en ook niet van de mogelijke vader, dan is deze man dus niet de biologische vader van het kind. In de afbeeldingen zie je twee uitslagen van een DNA-verwantschapsonderzoek.

uitleg 1



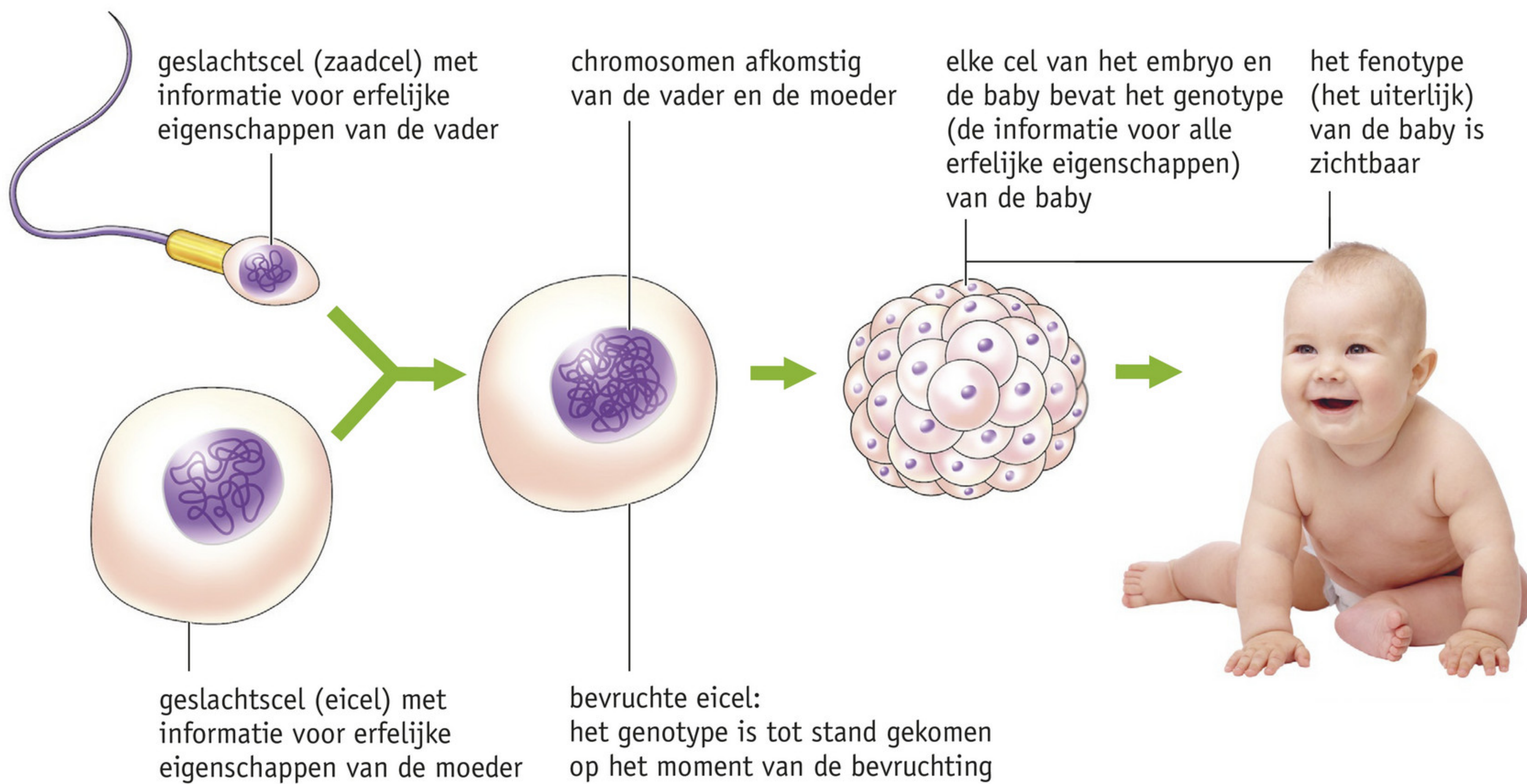
uitleg 2



Als de chromosomen van de zaadcel en de eikel bij elkaar zijn gekomen, bevat de bevruchte eikel weer chromosomenparen en allelenparen. De informatie voor alle erfelijke eigenschappen van het nieuwe organisme is dan compleet.

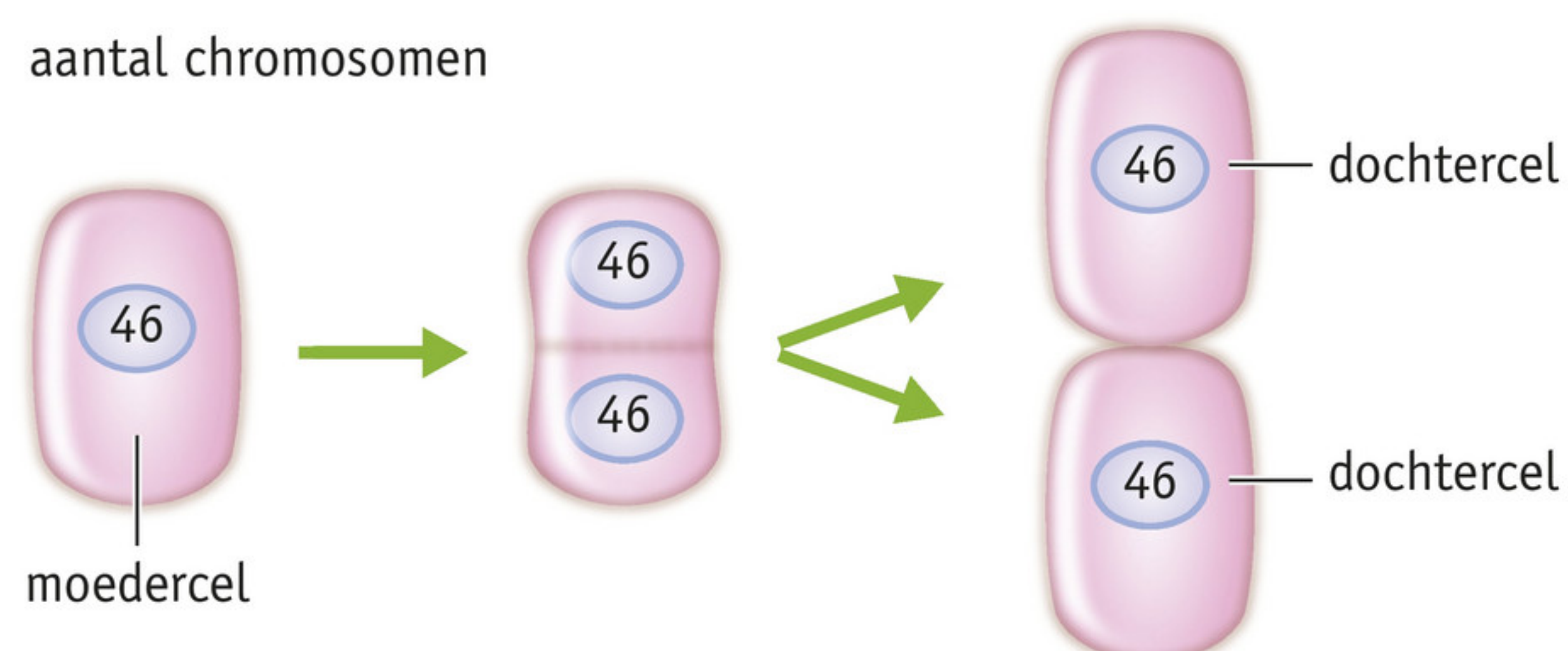
Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting (zie afbeelding 10).

▼ Afb. 10

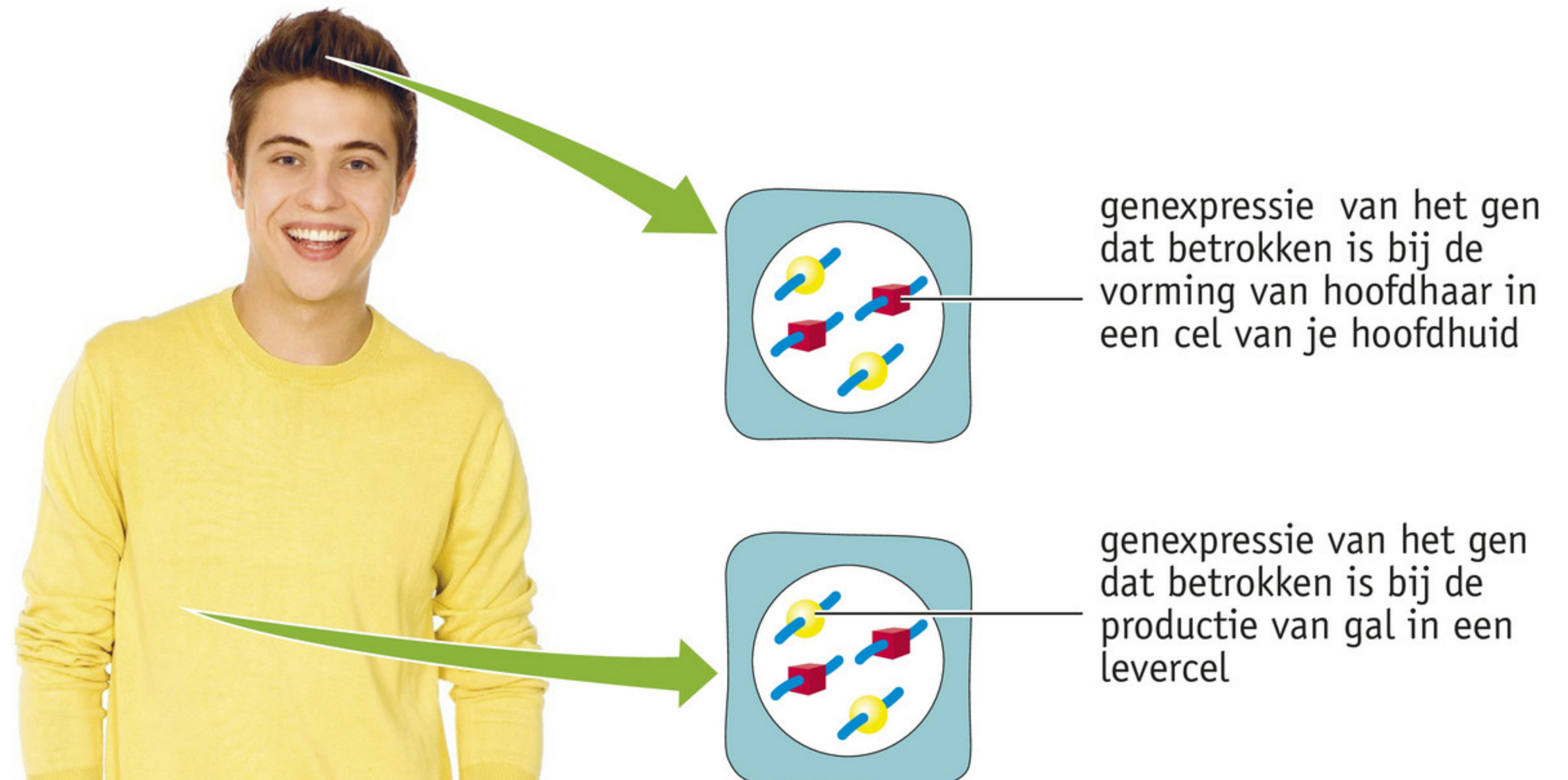


De bevruchte eikel groeit uit tot een embryo, en daarna tot een kind. Tijdens deze groei worden miljoenen nieuwe cellen gevormd. De vorming van nieuwe lichaams-cellen vindt plaats door **gewone celdeling**, die **mitose** wordt genoemd. Mitose is de meest voorkomende celdeling. Een **moeder cel** deelt zich in tweeën en vormt zo twee **dochtercellen** (zie afbeelding 11). Bij deze celdelingen verandert de informatie voor de erfelijke eigenschappen (het genotype) niet. De kernen van de dochtercellen bevatten dezelfde informatie voor erfelijke eigenschappen als de moeder cel.

► Afb. 11 Mitose: gewone celdeling bij cellen van de mens (schematisch).



► Afb. 12



in elke lichaamscel zijn alle genen aanwezig, maar in een cel van de huid staan andere genen aan dan in een cel van de lever

GENEXPRESSIE

Genen kunnen *aan* of *uit* staan. Dat wil zeggen dat veel genen alleen onder bepaalde omstandigheden worden aangezet (tot uiting komen). Het tot uiting komen van een gen wordt **genexpressie** genoemd.

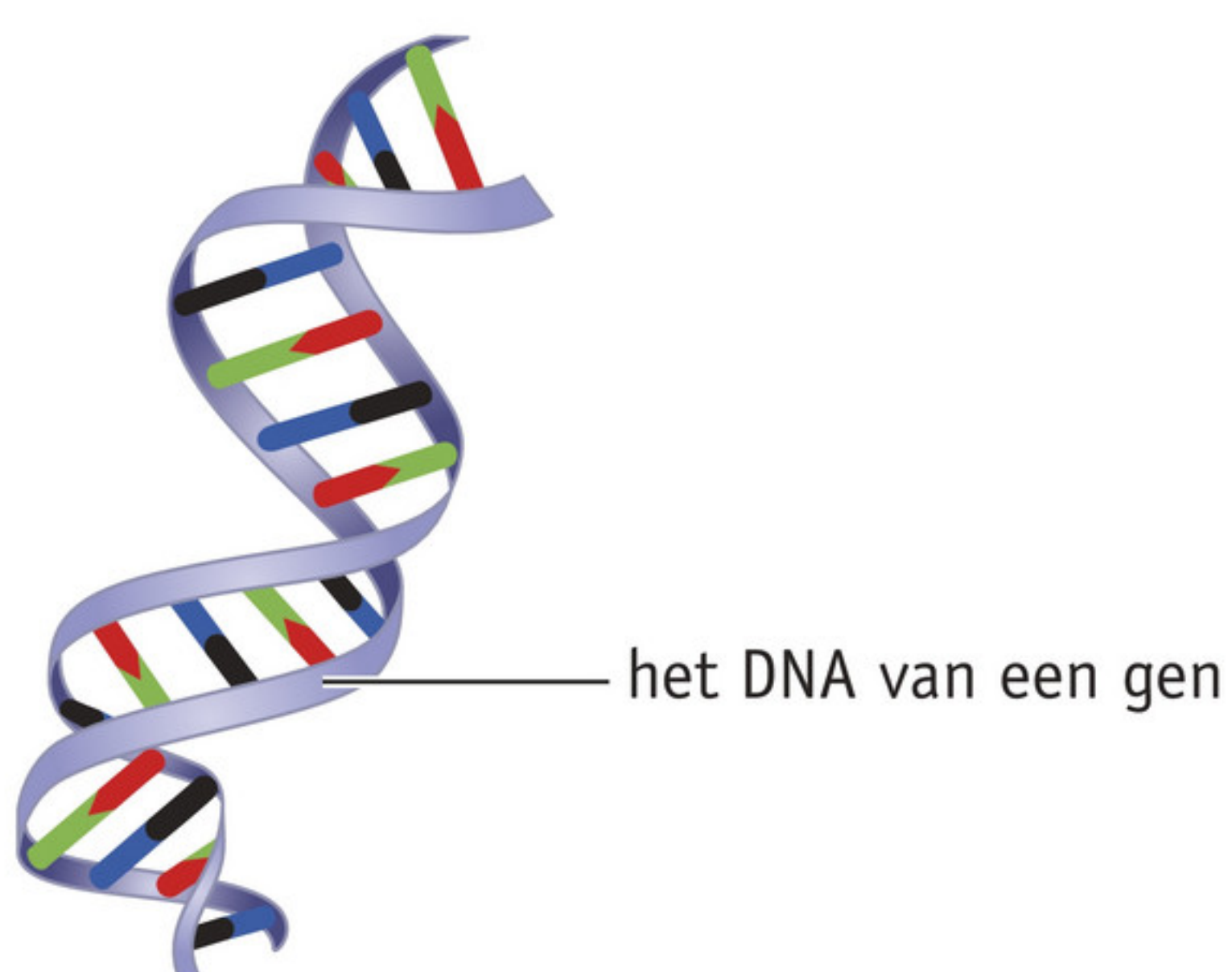
De genexpressie verschilt per cel (zie afbeelding 12). Dit hangt samen met de functie die cellen hebben. Bij levercellen bijvoorbeeld staan de genen *aan* die ervoor zorgen dat in de cellen gal wordt geproduceerd. Maar de genen die ervoor zorgen dat er hoofdhaar wordt gevormd, staan in deze cellen *uit*. In de huidcellen boven op je hoofd is dit net andersom. Daar staan de genen *aan* die ervoor zorgen dat hoofdhaar wordt gevormd. De genen die ervoor zorgen dat in de cellen gal wordt geproduceerd, staan in deze huidcellen *uit*.

VAN GEN VIA EIWIT NAAR FENOTYPE

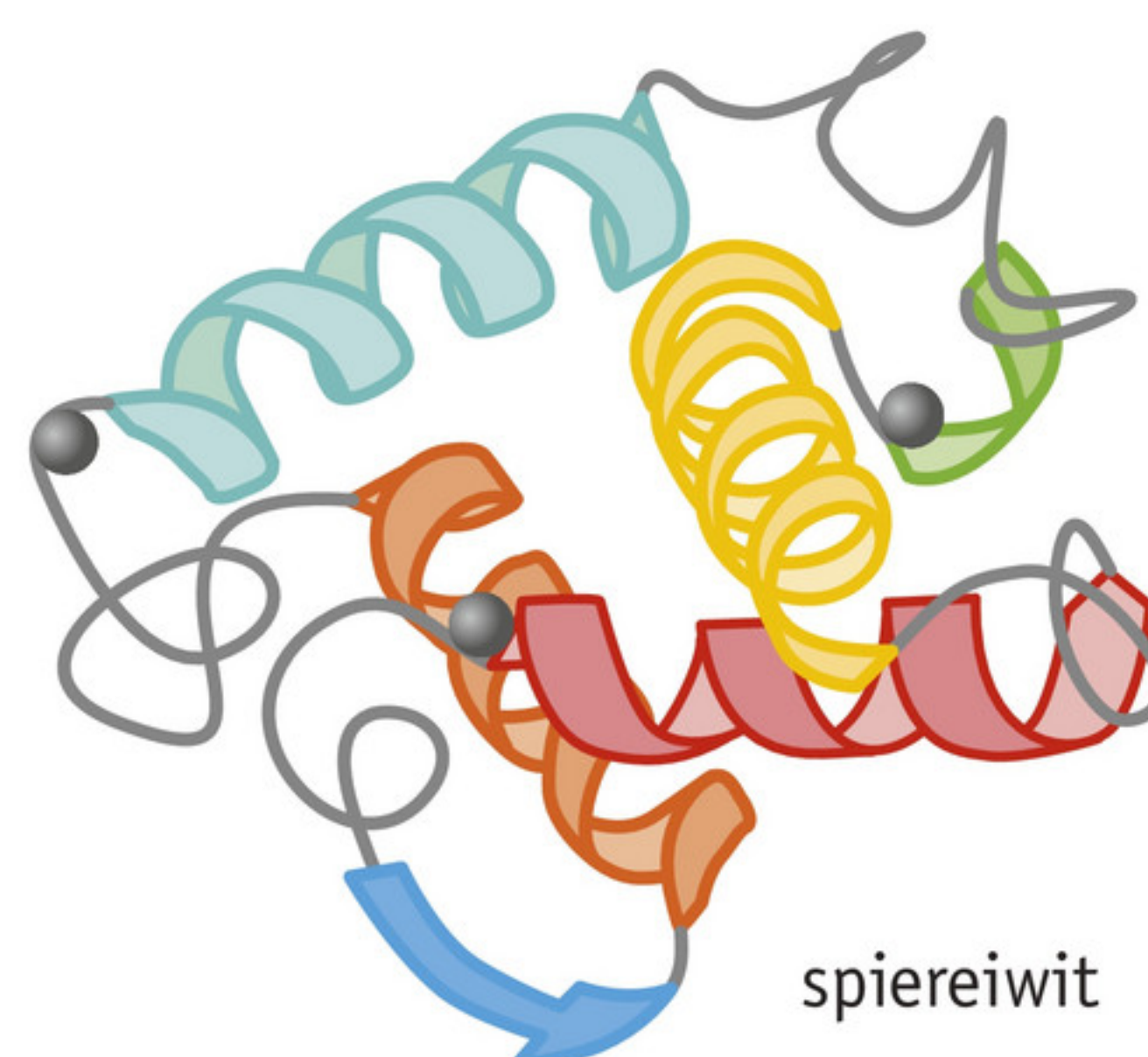
De DNA-sequentie van een gen bevat de code voor het maken van een specifiek **eiwit**. Een gen in een spiercel bevat bijvoorbeeld de code voor het maken van een spiereiwit. Wanneer dit gen in deze spiercel *aan* staat, wordt de code voor het maken van een spiereiwit afgelezen en een spiereiwit gemaakt. Het spiereiwit is een deel van het fenotype.

WB OPDRACHT 4 T/M 6 BLZ. 10

▼ Afb. 13 Van gen via eiwit naar fenotype.



1 een gen bevat de code voor het maken van een spiereiwit



2 als dit gen in een spiercel *aan* staat (genexpressie), wordt dit eiwit gemaakt in deze cel



3 het spiereiwit is een deel van het fenotype

3 Geslachtelijke voortplanting

In elke lichaamscel van ieder mens komt een allelenpaar voor dat de informatie bevat voor de haarvorm. De haarvorm is een erfelijke eigenschap. Deze eigenschap is niet bij iedereen gelijk: sommigen hebben steil haar, anderen krullend. Bij verschillende personen kan het allelenpaar voor de haarvorm dus verschillende informatie bevatten. Er zijn allelen met de informatie voor steil haar en er zijn allelen met de informatie voor krullend haar. Dit zijn varianten van het gen met informatie voor de haarvorm.

▼ Afb. 14 Allelenparen voor de haarvorm.

Legenda:

-  allel voor steil haar
-  allel voor krullend haar



1 homozygoot voor steil haar

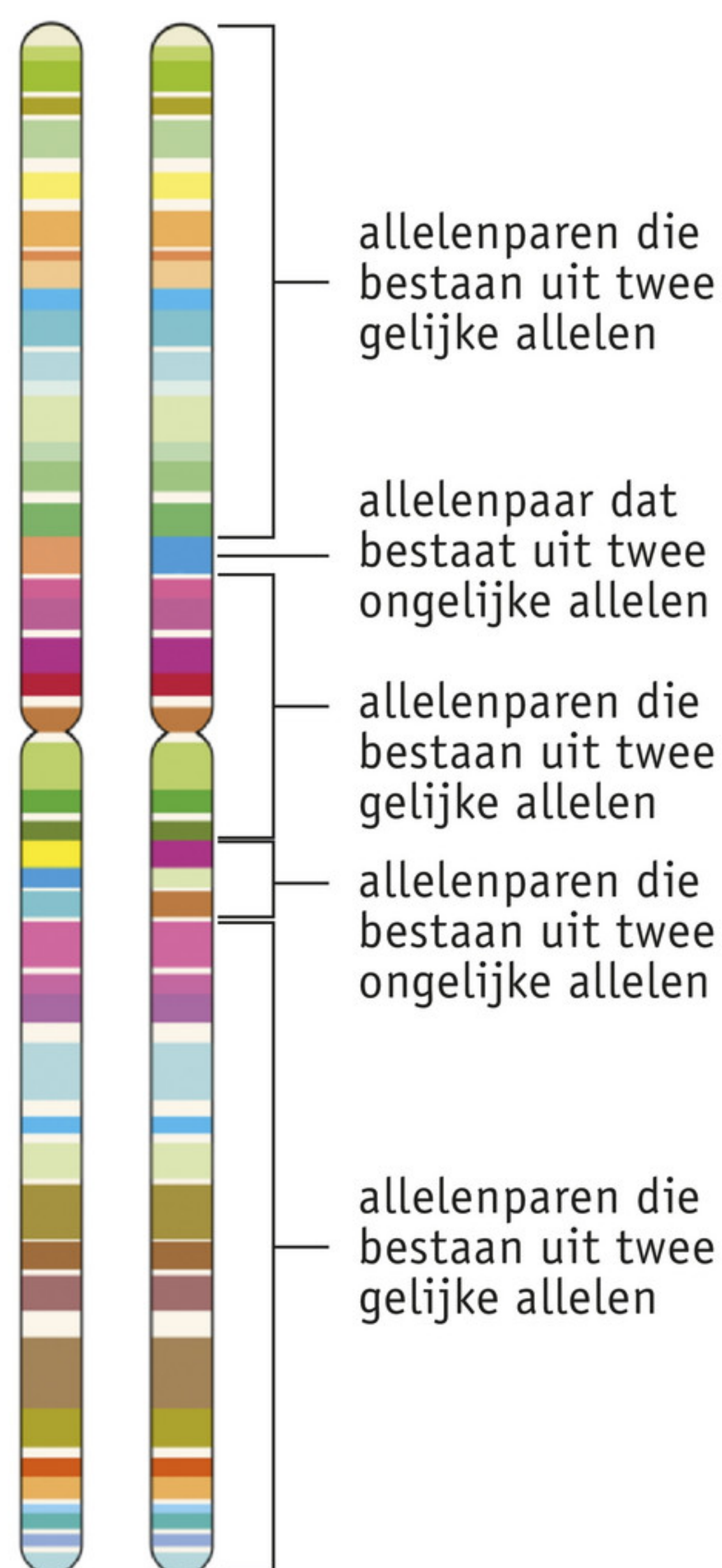


2 homozygoot voor krullend haar



3 heterozygoot voor de haarvorm

▼ Afb. 15 Allelenparen in een chromosomenpaar



Bij sommige mensen bestaat het allelenpaar voor de haarvorm uit twee allelen voor steil haar. Bij anderen bestaat het allelenpaar voor de haarvorm uit twee allelen voor krullend haar. Bij al deze personen zijn de twee allelen voor de haarvorm aan elkaar gelijk (zie afbeelding 14.1 en 14.2). We noemen deze personen **homozygoot** voor de eigenschap steil haar (homo = gelijk). Maar er zijn ook mensen bij wie het allelenpaar voor de haarvorm bestaat uit één allel voor steil haar en één allel voor krullend haar. De twee allelen voor de haarvorm zijn dan ongelijk (zie afbeelding 14.3). Deze personen zijn **heterozygoot** voor de haarvorm (hetero = ongelijk).

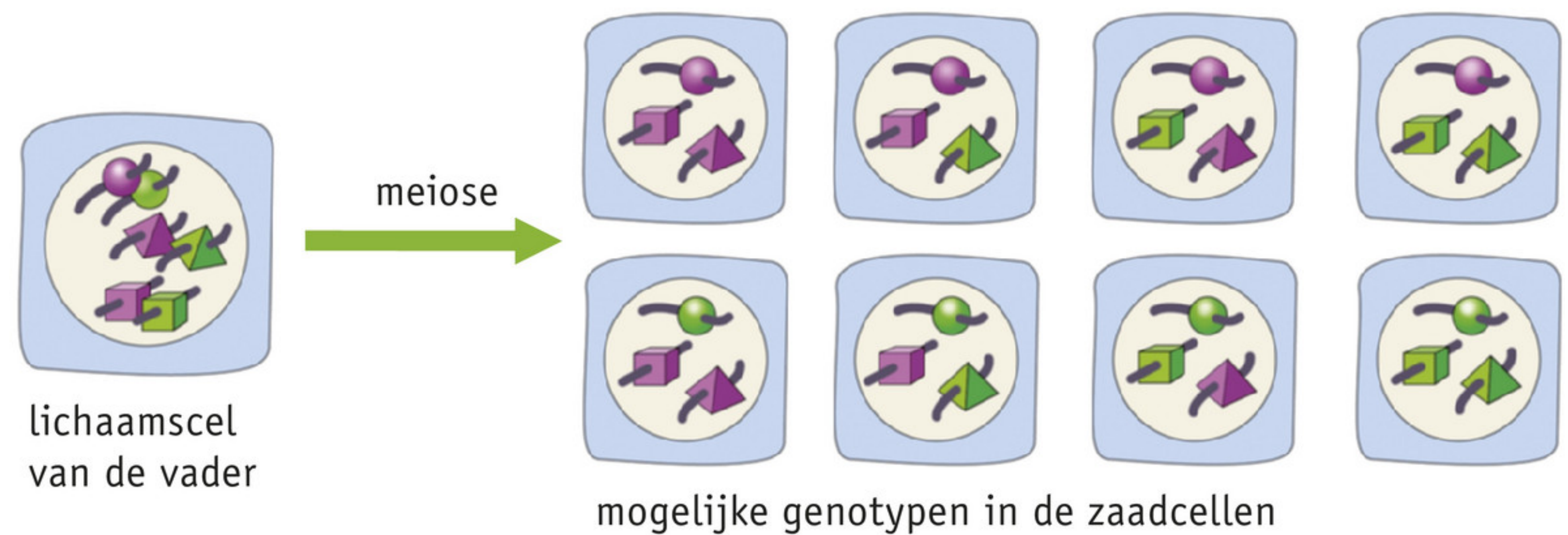
In elk chromosomenpaar liggen vele allelenparen. Sommige allelenparen zijn gelijk. Maar er zijn vrijwel altijd ook allelenparen ongelijk (zie afbeelding 15).

Je hebt geleerd dat in een lichaamscel allelenparen (genenparen) voorkomen en in een geslachtscel enkelvoudige allelen (genen). Een geslachtscel bevat van elk allelenpaar slechts één allel. Dit geldt ook voor de allelenparen die bestaan uit twee verschillende allelen. Welk van beide ongelijke allelen in een geslachtscel terechtkomt, is afhankelijk van het toeval.

In afbeelding 16 is schematisch weergegeven hoe uit een lichaamscel geslachtscellen ontstaan. Dat gebeurt door een speciaal type celdeling dat meiose wordt genoemd. Door **meiose** komt van elk chromosomenpaar uit de lichaamscel één chromosoom terecht in de geslachtscel. In afbeelding 16 zie je drie chromosomenparen van de vader. In elk chromosomenpaar is een allelenpaar getekend dat bestaat uit twee ongelijke allelen. Van deze allelenparen komt telkens één allel in een zaadcel terecht.

Je ziet dat er veel verschillende mogelijkheden zijn. Bij de zaadcellen komt dan ook veel variatie in genotypen voor, net als bij de eicellen die een vrouw maakt.

- **Afb. 16** Bij de vorming van geslachtscellen ontstaan dochtercellen met veel variatie in genotypen.



- ▼ **Afb. 17** Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan verschillende genotypen en daardoor soms ook verschillende fenotypen.



1 bij de mens



2 bij het veelkleurig Aziatisch lieveheersbeestje



3 bij guppy's

Bij **geslachtelijke voortplanting** ontstaat een nieuw organisme door het versmelten van twee geslachtscellen. Welk genotype de geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval. Er zijn veel verschillende mogelijkheden. Hierdoor zal de nakomeling een andere combinatie van allelen hebben dan de ouders. De nakomeling zal dan ook een ander genotype hebben dan de ouders.

Bij geslachtelijke voortplanting ontstaat variatie in de genotypen van de nakomelingen.

Je hebt geleerd dat sommige planten zich ook **ongeslachtelijk** kunnen voortplanten. Bijvoorbeeld door bollen. Er versmelten dan geen geslachtscellen. Ook bacteriën en sommige schimmels kunnen zich ongeslachtelijk voortplanten. Bij ongeslachtelijke voortplanting is het genotype van de nakomelingen gelijk aan dat van de ouder (zie afbeelding 18).

WB OPDRACHT 7 EN 8 BLZ. 13

► **Afb. 18** Ongeslachtelijke voortplanting door bollen: de genotypen van de nakomelingen zijn gelijk, de fenotypen verschillen weinig.



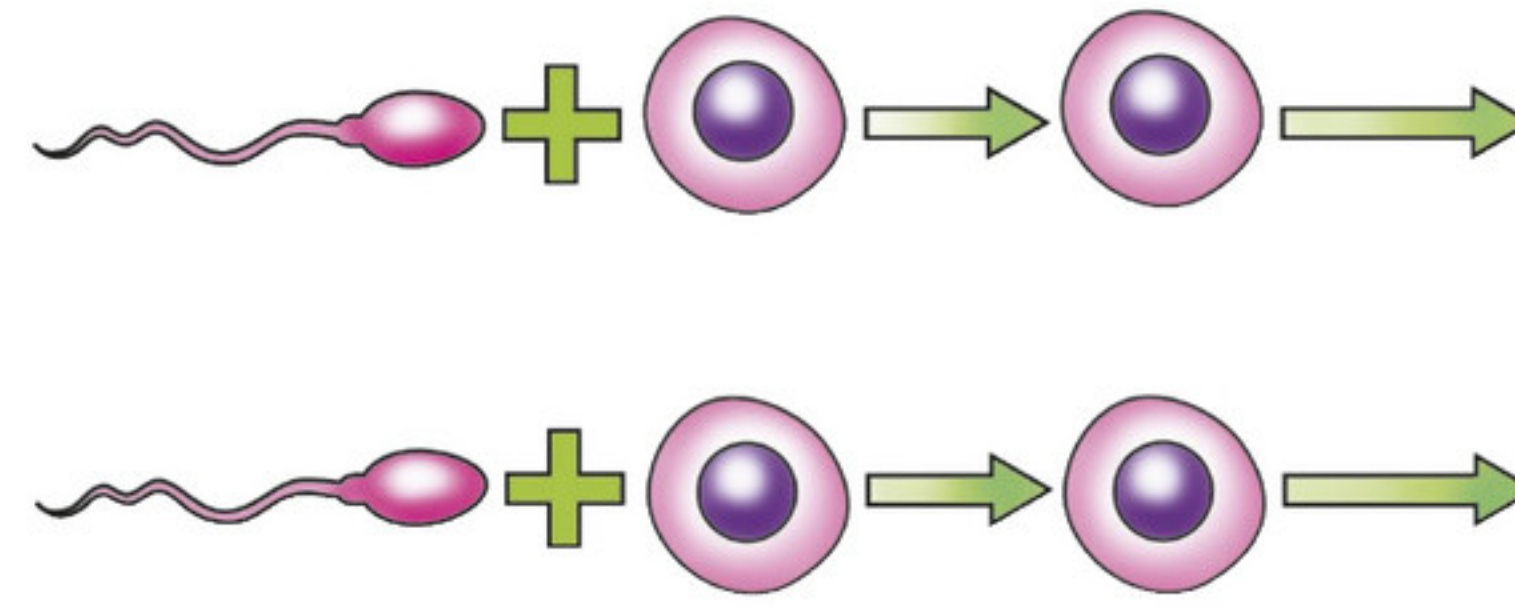
TWEELINGEN

In thema 4 Voortplanting heb je geleerd dat bij de ovulatie meestal één eicel vrijkomt uit een eierstok. Maar soms komen er bij de ovulatie twee eicellen vrij. Elk van deze eicellen kan worden bevrucht door een zaadcel. Uit beide bevruchte eicellen kunnen klompjes cellen ontstaan die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich dan een tweeling. Omdat deze tweeling is ontstaan uit twee bevruchte eicellen spreken we van een **twee-eiige tweeling** (zie afbeelding 19.1).

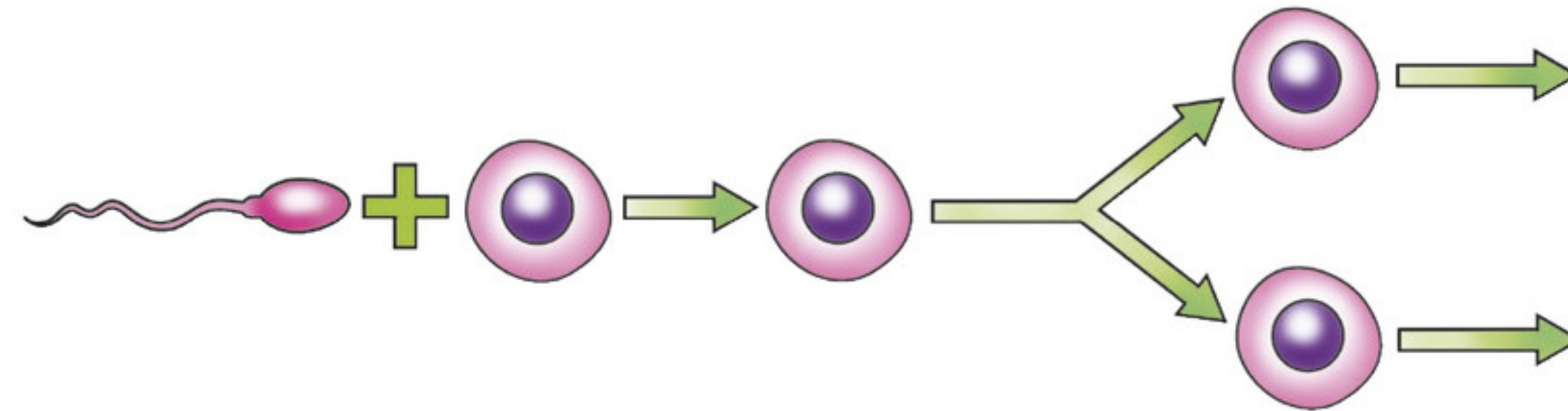
Een tweeling kan ook ontstaan uit één bevruchte eicel. Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel raken de cellen van elkaar los. Er ontstaan dan twee klompjes cellen die zich innestelen in het baarmoederslijmvlies. Er ontwikkelt zich een **eeneiige tweeling** (zie afbeelding 19.2). Het komt ook voor dat er meer dan twee kinderen tegelijk worden geboren (zie afbeelding 20).

WB OPDRACHT 9 BLZ. 15

► Afb. 19 Tweelingen.



1 twee-eiige tweeling



2 eeneiige tweeling



▼ Afb. 20

De vierling

De Vierling is een tv-serie over het dagelijks leven van een vierling. De tienermeiden Tessa, Esmé, Lisa en Bo lijken als vier druppels water op elkaar. Al hun hele leven worden ze nagekeken en als ware attractie beschouwd. In de schijnwerpers staan is hen dan ook niet vreemd. Maar jezelf elke dag op televisie zien in een eigen tv-serie is ook voor de meiden uit Hardenberg een nieuwe belevenis.



4 Dominante en recessieve allelen

▼ Afb. 21



1 homozygoot roodharig



2 homozygoot of heterozygoot zwartharig?

Mensen kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor de haarvorm (zie afbeelding 14). Personen die heterozygoot zijn voor de haarvorm bezitten zowel het allel voor steil haar als het allel voor krullend haar. Deze personen blijken krullend haar te hebben (zie afbeelding 14.3). Slechts één van beide allelen komt tot uiting in het fenotype. We noemen dit allel het **dominante allel**. Het andere allel noemen we het **recessieve allel**. Dit allel komt niet tot uiting in het fenotype als in het andere chromosoom van het chromosomenpaar een dominant allel aanwezig is. Het dominante allel is als het ware ‘sterker’ dan het recessieve allel.

De vachtkleur bij runderen kan rood of zwart zijn (zie afbeelding 21). Als bekend is dat de zwarte stier heterozygoot is voor de vachtkleur, dan weet je dat het allel voor een zwarte vachtkleur dominant is. De stier heeft immers het zwarte en het rode allel voor de vachtkleur, maar het fenotype is een zwarte vachtkleur. Alleen het allel voor de zwarte vachtkleur komt tot uiting in het fenotype, dus het zwarte allel is dominant.

Hieruit kun je nu ook afleiden dat de rode stier homozygoot is voor de vachtkleur, want als de rode stier één dominant zwart allel zou hebben, zou de stier zwart zijn. Ook als alleen bekend is dat de rode vachtkleur recessief is, weet je dat de rode stier homozygoot is voor de vachtkleur. Bij de zwarte stier weet je dit niet, deze kan homozygoot of heterozygoot zijn voor de vachtkleur.

WB OPDRACHT 10 BLZ. 17

GENSYMBOLLEN

Allelen geef je aan met letters. Voor één erfelijke eigenschap gebruik je één letter. Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter, een recessief allel met een kleine letter.

Bijvoorbeeld: een persoon die homozygoot is voor krullend haar (dominant) geef je aan met AA, een persoon die homozygoot is voor steil haar (recessief) met aa en een persoon die heterozygoot is voor de haarvorm met Aa. Je kunt ook een andere letter gebruiken, bijvoorbeeld BB, bb en Bb. Het beste is steeds letters te gebruiken waarvan de hoofdletter en de kleine letter duidelijk van vorm verschillen (dus bijvoorbeeld niet de P en de p, maar wel de R en de r).

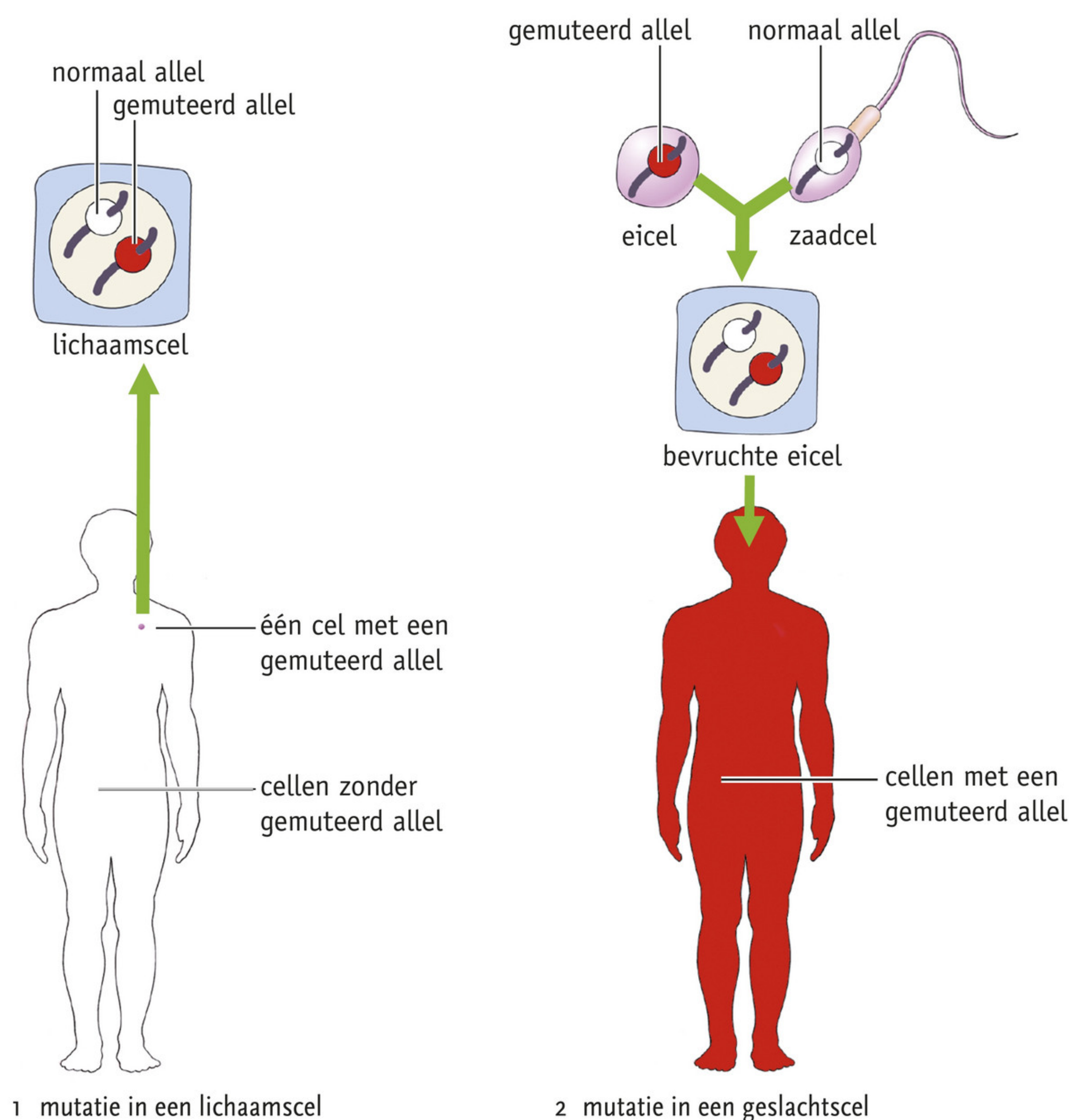
WB OPDRACHT 11 BLZ. 18

5 Mutaties

Chromosomen bevatten de informatie voor je erfelijke eigenschappen. Een chromosoom kan beschadigd raken, waardoor de informatie voor een of meer erfelijke eigenschappen kan veranderen. Zo'n plotselinge verandering van het genotype wordt een **mutatie** genoemd. Bij een mutatie zijn een of meer allelen **gemuteerd** (veranderd).

Mutaties kunnen in elke cel plaatsvinden. Meestal heeft een mutatie geen gevolgen. Als in een bepaalde cel van je lichaam een mutatie optreedt, blijven de andere cellen van je lichaam onveranderd. Je merkt dan niet eens dat je een cel met een gemuteerd allel bezit (zie afbeelding 22.1). Maar als een gemuteerd allel voorkomt in een geslachtscel kan de mutatie wel een grote uitwerking krijgen. Wanneer deze geslachtscel bij de bevruchting versmelt met een andere geslachtscel, komt het gemuteerde allel terecht in de bevruchte eicel. De nakomeling die zich hieruit ontwikkelt, heeft in elke lichaamscel het gemuteerde allel (zie afbeelding 22.2). Dan is het belangrijk of het gemuteerde allel dominant of recessief is ten opzichte van het andere allel.

► **Afb. 22** De invloed van een mutatie (schematisch).



▼ Afb. 23 Albinisme.



▼ Afb. 24 Pigmentmutaties.



1 bij een mens



2 bij een dier

Een organisme waarbij een mutatie zichtbaar is in het fenotype, noemen we een **mutant**. Een voorbeeld van een mutant is een **albino**. Bij een albino is het lichaam niet in staat pigment te vormen, waardoor de ogen rood zijn en het organisme erg bleek is (zie afbeelding 23). Ook andere mutaties in pigment komen voor (zie afbeelding 24). Mutaties in pigmentgenen zijn goed waarneembaar in het fenotype. De meeste mutaties zijn niet zo goed waarneembaar in het fenotype.

Mutaties kunnen spontaan plaatsvinden, maar onder natuurlijke omstandigheden komen mutaties niet vaak voor. Als je wordt blootgesteld aan bepaalde straling (bijvoorbeeld radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling) komen mutaties in je lichaam vaker voor. Ook als je in aanraking komt met bepaalde chemische stoffen (bijvoorbeeld stoffen in sigarettenrook of asbest) komen mutaties vaker voor. Deze invloeden worden **mutageen** genoemd (zie afbeelding 25).

► Afb. 25 Mutagene invloeden.

mutagene stoffen



asbeststof

mutagene straling



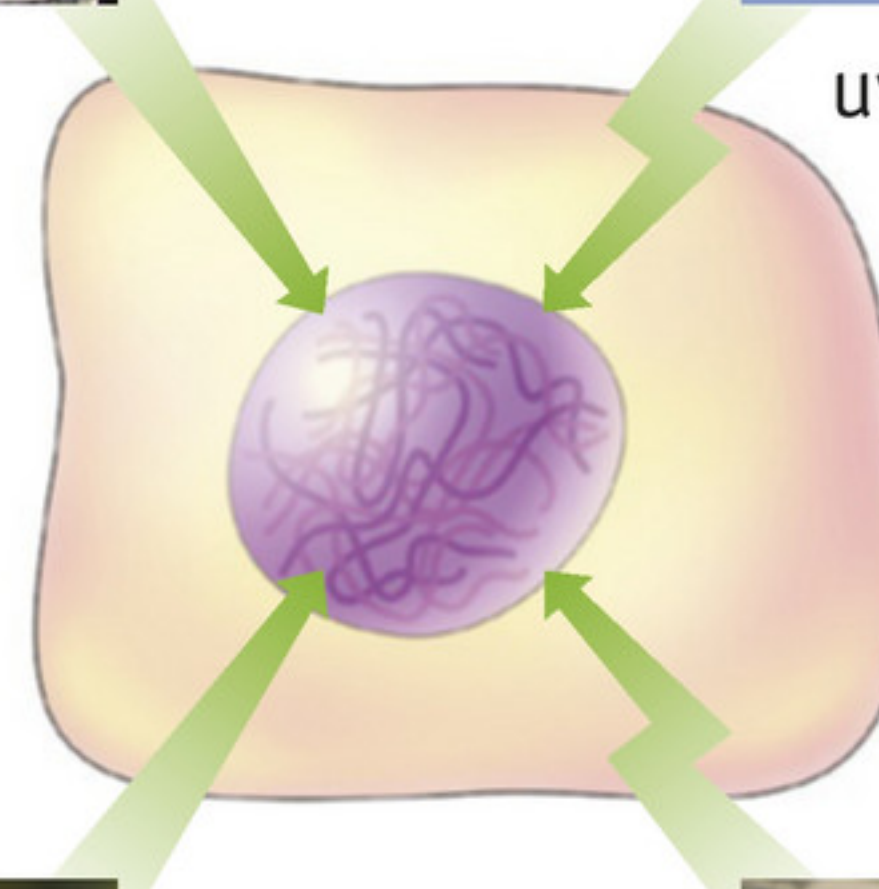
uv-straling



sigarettenrook



röntgen- en radioactieve straling



▼ **Afb. 26** Reddingswerkers na de kernramp in de kerncentrale van Fukushima in Japan.



▲ **Afb. 27** Waarschuwingssymbool voor gevaar van radioactieve straling.

MUTATIES DOOR STRALING

Mutagene straling komt vrij bij bijvoorbeeld röntgenapparatuur, kerncentrales en atoombommen. In Japan zijn in 1945 twee atoombommen ontploft. Zelfs nu nog worden daar veel meer kinderen met lichamelijke en geestelijke afwijkingen geboren dan in andere landen. Bij Japanners die hebben blootgestaan aan de radioactieve straling en bij hun nakomelingen komen in de geslachtscellen veel meer gemuteerde allelen voor dan bij andere mensen.

In kerncentrales worden speciale voorzieningen getroffen om ervoor te zorgen dat geen radioactieve straling in het milieu vrijkomt. Toch zijn rampen niet uit te sluiten. In 1986 werden grote delen van Europa radioactief besmet doordat in Tsjernobyl (in Oekraïne) een ongeluk plaatsvond in een kerncentrale. In de kerncentrale van Fukushima in Japan vond in 2011 een kernramp plaats na een zeebeving en de daarop volgende tsunami (zie afbeelding 26). Door deze rampen zijn veel mensen huiverig voor het gebruik van kernenergie.

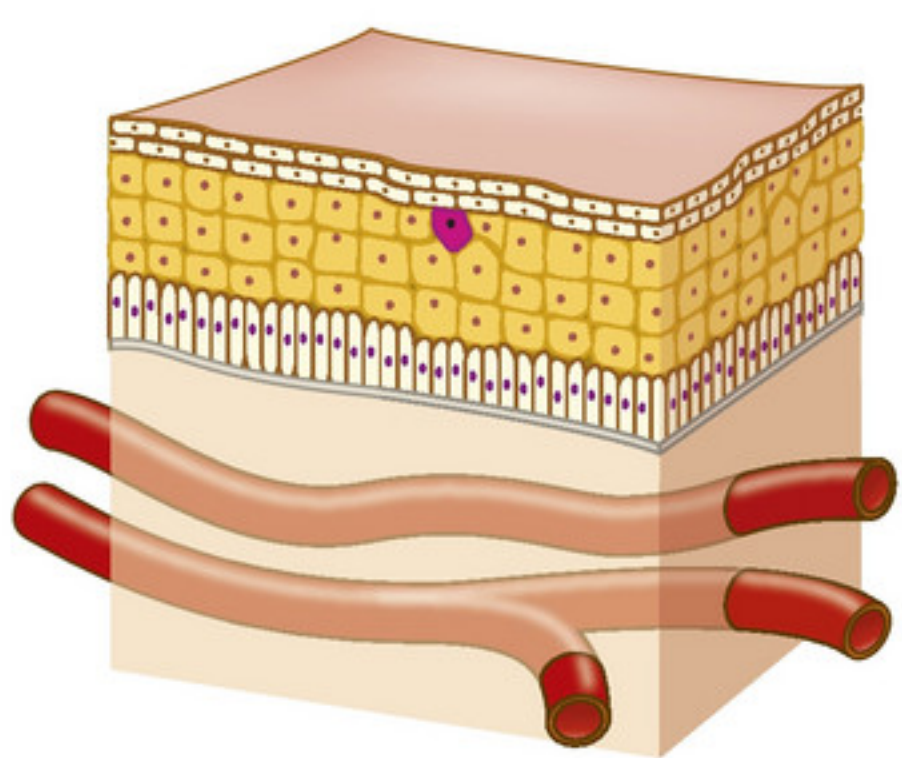
Ook röntgenstraling verhoogt het aantal mutaties. Deze straling is minder schadelijk dan die van atoombommen of kerncentrales. Toch worden er in ziekenhuizen niet meer röntgenfoto's van een patiënt gemaakt dan strikt noodzakelijk is.

WB OPDRACHT 12 BLZ. 19

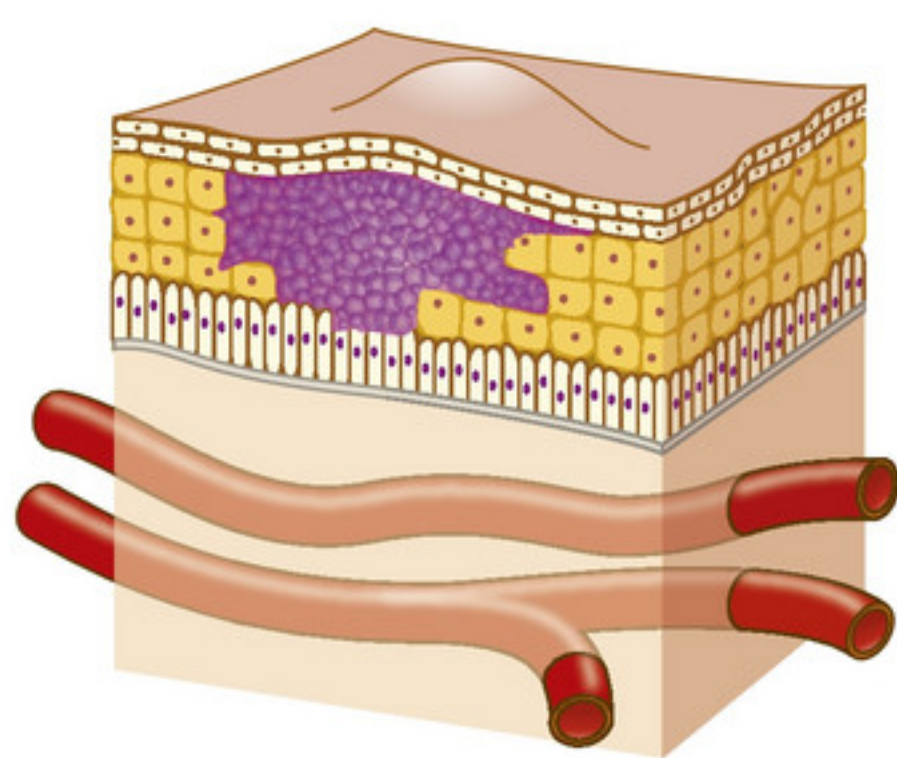
KANKER

De snelheid waarmee celdelingen plaatsvinden in verschillende lichaamsdelen wordt nauwkeurig geregeld. Maar soms gaan cellen zich snel en ongeremd delen. Er ontstaat dan een **gezwel (tumor)**. Sommige gezwellen groeien langzaam en verstoren de bouw van de weefsels niet. Deze gezwellen worden **goedaardig** genoemd. Als ze te groot worden, kunnen ze operatief worden verwijderd. De patiënt is daarna genezen. Bij **kanker** ontstaat ergens in het lichaam een **kwaadaardig** gezwel. Kanker wordt veroorzaakt door bepaalde mutaties in genen die betrokken zijn bij het regelen van de celdeling. Deze mutaties hebben tot gevolg dat de cel zich ongeremd gaat delen. Een kwaadaardig gezwel groeit veel sneller dan een goedaardig gezwel. Bovendien wordt de bouw van de weefsels verstoord (zie afbeelding 28).

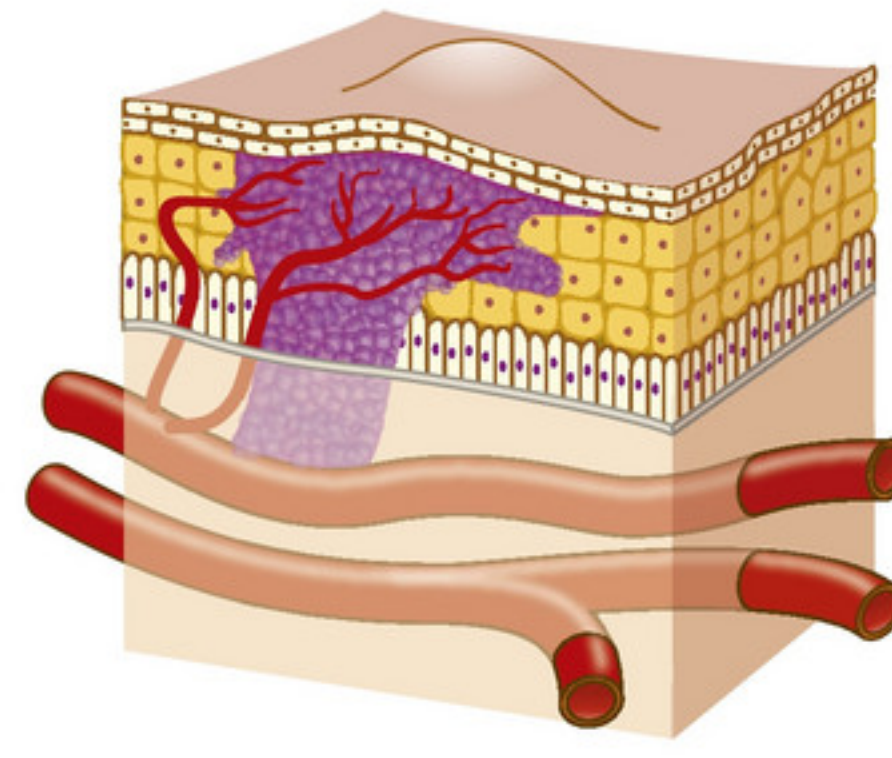
▼ **Afb. 28** Het ontstaan van kanker (schematisch).



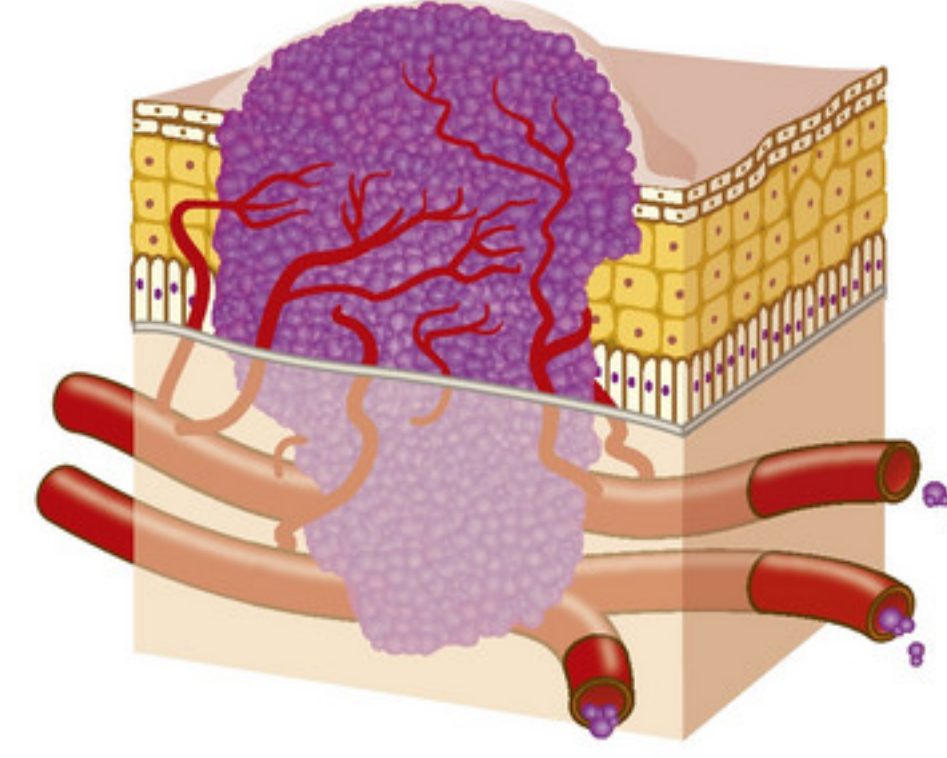
1 bij één cel zijn mutaties opgetreden, waardoor de cel een kankercel wordt



2 de kankercel deelt zich ongeremd



3 er is een gezwel ontstaan, waarbij de bouw van de weefsels is verstoord



4 er vindt uitzaaiing plaats: cellen van het gezwel komen in het bloed of in de lymfe terecht

Kanker begint met één gezwel. Dit eerste gezwel is meestal niet dodelijk. Het gezwel kan operatief worden weggehaald of de cellen van het gezwel kunnen worden gedood (bijvoorbeeld door bestraling). De meeste kankerpatiënten sterven aan **uitzaaiing (metastase)**. Cellen van het eerste gezwel zijn dan terechtgekomen in het bloed of in de lymfe (zie afbeelding 28.4). Deze cellen worden meegevoerd en komen in andere lichaamsdelen terecht. Daar kunnen ze zich opnieuw ongeremd gaan delen, waardoor overal in het lichaam gezwellen ontstaan. Genezing wordt dan heel moeilijk, omdat deze gezwellen vrijwel nooit allemaal zijn op te sporen.

▼ Afb. 29

Moleculair bioloog kankeronderzoek

Hallo, ik ben Loes. Ik werk als moleculair bioloog aan kankeronderzoek en dan vooral aan onderzoek naar vormen van kanker die veel bij kinderen voorkomen. Kanker ontstaat door mutaties in meerdere genen die betrokken zijn bij het regelen van de celdeling. Bepaalde genen, de tumorsuppressorgenen, remmen de celdeling. Door een mutatie in deze tumorsuppressorgenen werken deze genen niet meer en kan de celdeling op hol slaan en uiteindelijk kanker veroorzaken. Er zijn ook genen die celdeling stimuleren, de proto-oncogenen. Door een mutatie in een proto-oncogen kan deze veranderen in een oncogen, waardoor de cellen

zich abnormaal snel gaan delen. In ons onderzoek kijken we naar de genexpressie van heel veel genen tegelijk. Met een speciale techniek die microarray wordt genoemd (zie de afbeelding) vergelijk ik de genexpressie van genen in gezond weefsel met de genexpressie in tumorweefsel. Sommige genen staan alleen aan bij tumorweefsel. Andere genen staan juist alleen bij tumorweefsel uit. Zo kan ik zien welke genen een rol spelen bij kanker. Het is afschuwelijk als een kind kanker krijgt. Ik vind het heel zinvol dat ik meehelp kanker bij kinderen te bestrijden.



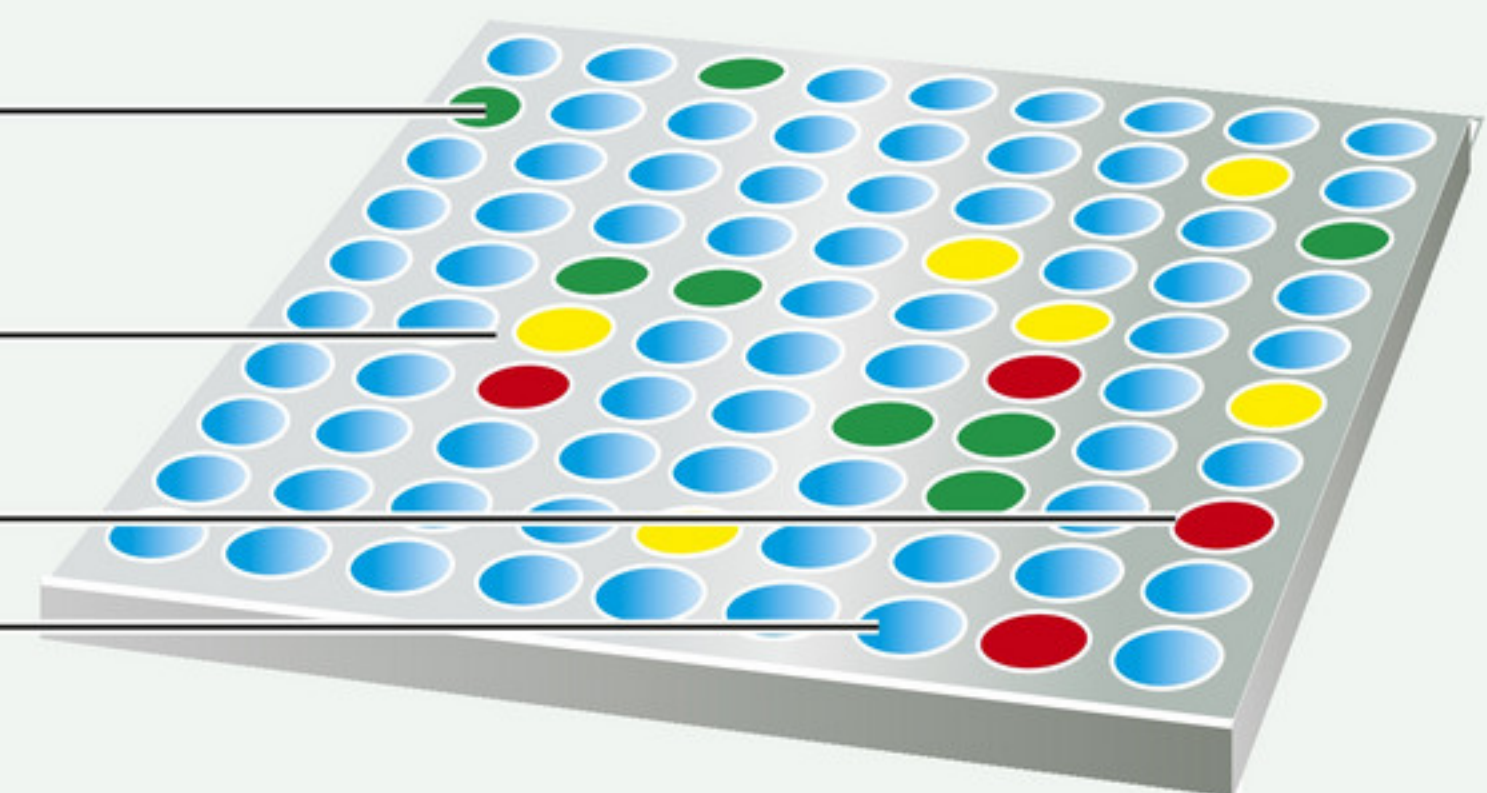
Microarray met vier kleuren cellen

groen: genexpressie vooral in gezond weefsel

geel: genexpressie in beide weefsels

rood: genexpressie vooral in tumorweefsel

blauw: niet-actief gen



Bij kanker is vaak wel genezing mogelijk, maar alleen als de ziekte tijdig wordt ontdekt. Naar de oorzaken van kanker wordt veel onderzoek gedaan (zie afbeelding 29). Alle invloeden uit het milieu die mutageen zijn, kunnen ook kankerverwekkend zijn. Langdurige blootstelling aan de ultraviolette straling in zonlicht bijvoorbeeld vergroot de kans op huidkanker (zie afbeelding 30). Asbest en stoffen in sigarettenrook die worden ingeademd, vergroten de kans op longkanker.

▼ Afb. 30

WB OPDRACHT 13 EN 14 BLZ. 20

Een op de zes Nederlanders krijgt huidkanker

AMSTERDAM – Waarschijnlijk krijgt een op de zes Nederlanders huidkanker. Dat zijn heel veel mensen. De kosten voor de gezondheidszorg zullen door de behandelingen dan ook enorm stijgen. Die voorspelling doet het Nationaal Huidfonds, vooruitlopend op een congres dat vrijdag in Amsterdam wordt gehouden. Volgens het Huidfonds wordt

het aantal mensen met huidkanker nog niet goed geregistreerd. Daardoor is moeilijk te voorspellen hoe vaak de ziekte voorkomt. De toename van huidkanker komt door de vergrijzing, stelt het Huidfonds. Veel ouderen zijn vroeger langdurig in de zon geweest zonder zich te beschermen tegen de straling. Daar werd toen nog niet voor gewaarschuwd.



6 De evolutietheorie

Er leven miljoenen soorten organismen op aarde. Deze vormen van leven kunnen er erg verschillend uitzien (zie afbeelding 31). Biologen zijn ervan overtuigd dat de levensvormen op aarde in de loop van zeer lange tijd zijn ontstaan en veranderd. De ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen, wordt **evolutie** genoemd.

► **Afb. 31** Vormen van leven kunnen onderling erg verschillen.



1 dwergpapegaaï



2 zwarte truffel



3 luipaard



4 gordeldier

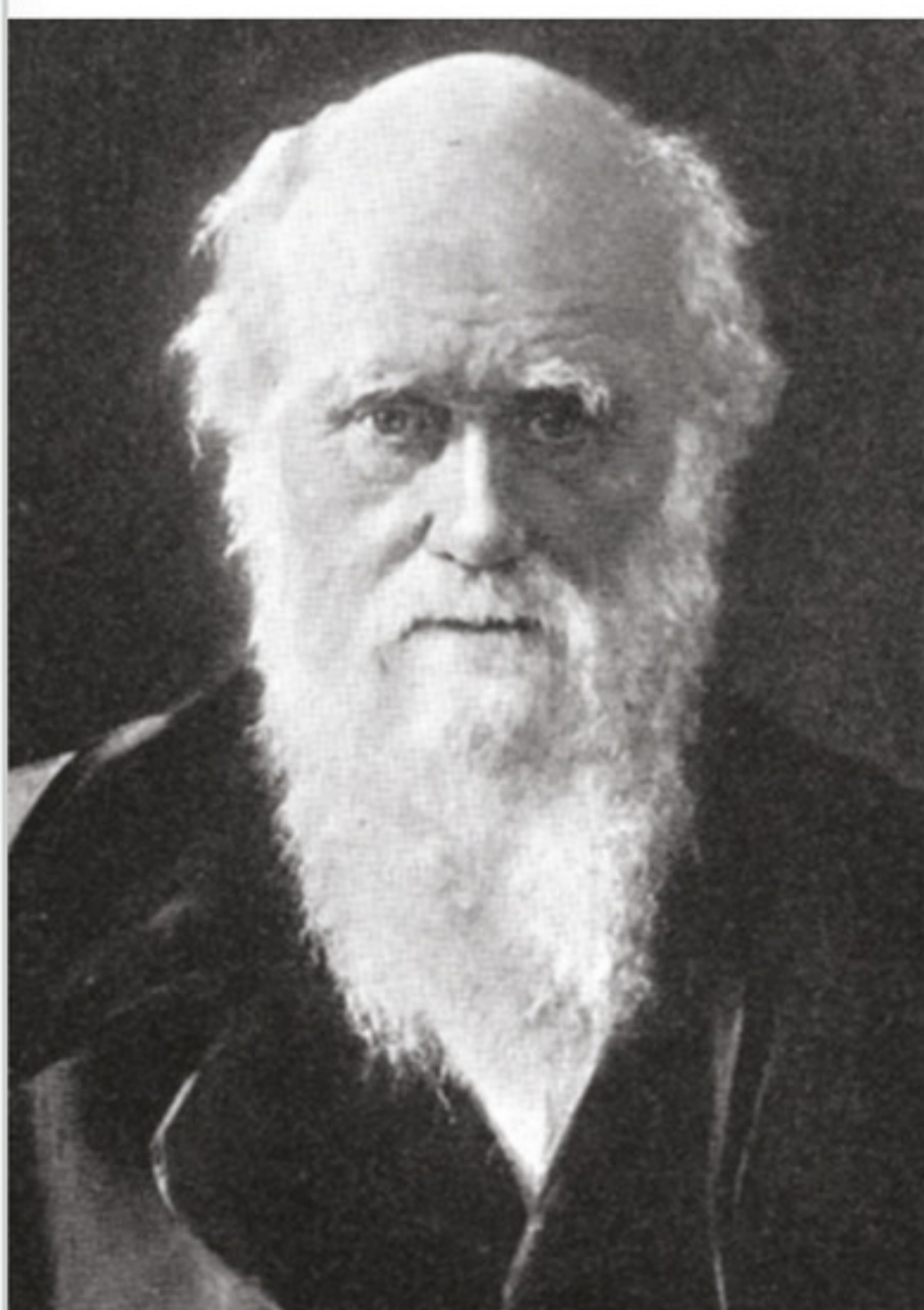


5 paradijsvogelbloem



6 melkslang

▼ **Afb. 32**



Charles Darwin (1809–1882)

Tot in de negentiende eeuw was de algemene gedachte dat alle soorten altijd onveranderd hadden bestaan. Vanaf de achttiende eeuw werd de **evolutietheorie** ontwikkeld. Deze theorie is niet te bewijzen, maar er zijn veel feiten die deze theorie aannemelijk maken. Deze feiten vormen argumenten vóór de evolutietheorie. In basisstof 7 leer je de belangrijkste argumenten kennen.

De evolutietheorie is vooral ontwikkeld door de Engelse onderzoeker Charles Darwin. Zijn ideeën zijn later door andere onderzoekers verder uitgewerkt. Daarbij zijn vooral ontdekkingen in de erfelijkheidsleer belangrijk geweest. De evolutietheorie gaat uit van variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.

VARIATIE IN GENOTYPEN

De meeste planten en dieren planten zich geslachtelijk voort. Je hebt geleerd dat bij geslachtelijke voortplanting en bij mutaties organismen met nieuwe genotypen ontstaan. Er ontstaat **variatie in genotypen**.

Je hebt ook geleerd dat het fenotype van een organisme tot stand komt door het genotype en door invloeden uit het milieu. Als er bij geslachtelijke voortplanting en door mutaties nieuwe genotypen ontstaan, kunnen hierdoor ook nieuwe fenotypen worden veroorzaakt (zie afbeelding 17). Ook bij mensen komt variatie in fenotypen voor (zie afbeelding 33 en 34).

► **Afb. 33** Variatie in fenotypen bij de mens.

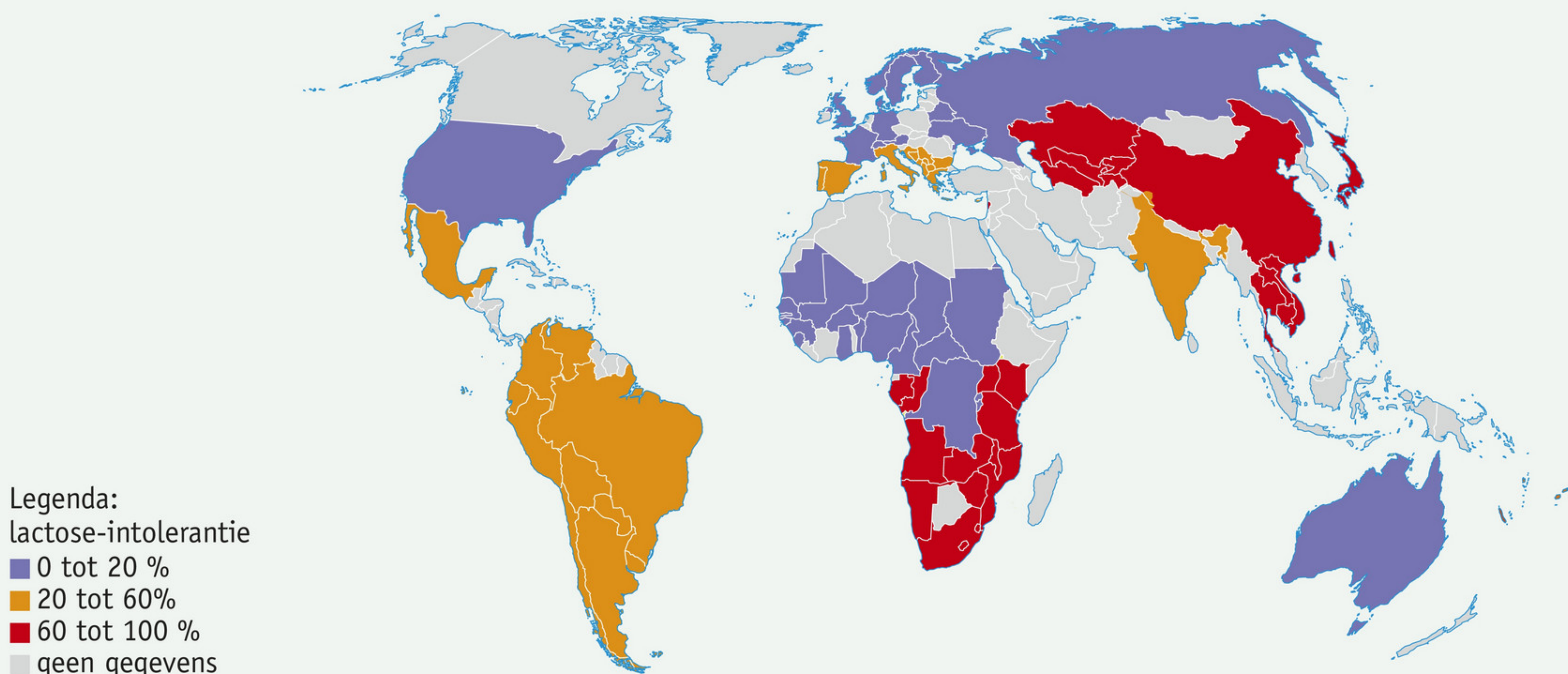


▼ **Afb. 34**

Lactose-intolerantie

Voor veel mensen is het zo gewoon om melk te drinken, dat ze er niet bij stilstaan dat heel veel volwassenen in landen buiten Europa melkproducten niet goed kunnen verdragen. Als baby of jong kind konden deze mensen wel goed melk verdragen, maar zodra ze overschakelden op ander voedsel verloren ze het vermogen om melk goed te verteren en kregen ze er buikpijn van. Dit wordt lactose-intolerantie genoemd.

De onverteerbare suiker lactose is een belangrijk bestanddeel van melk. Jonge mensen maken het enzym lactase, dat de lactose splitst in kleinere suikermoleculen die wel verteerbaar zijn. Door een mutatie bleef het gen met de code voor het eiwit lactase bij sommigen ook op volwassen leeftijd actief. Mensen met deze mutatie waren in het voordeel toen de mens vee ging houden en de melk daarvan begon te drinken.



NATUURLIJKE SELECTIE

Sommige organismen krijgen veel nakomelingen. Een vrouwtjeskikker bijvoorbeeld kan in één voorjaar wel drieduizend eieren in een vijver leggen. Maar de vijver bevat niet genoeg voedsel voor zo veel kikkers. De kikkers uit deze eieren kunnen dan ook niet allemaal in leven blijven. Er treedt een strenge selectie op, waardoor maar enkele nakomelingen volwassen worden en op hun beurt nakomelingen krijgen.

Niet alle kikkers hebben een even grote **overlevingskans**. Kikkers met een zwakke gezondheid of met een opvallende kleur vallen snel ten prooi aan roofdieren. Deze kikkers leven kort en hebben weinig kans om nakomelingen te krijgen. Kikkers die gezond en sterk zijn en een goede schutkleur hebben, hebben de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. Darwin noemde dit verschijnsel **natuurlijke selectie** (zie afbeelding 35).

► **Afb. 35** Natuurlijke selectie.



1 bij nakomelingen van een kikker



2 bij nakomelingen van een beuk

De voorouders van giraffen bijvoorbeeld waren ongeveer zo groot als zebra's (zie afbeelding 36). Deze voorouders aten vooral gras. Sommige dieren zouden een gemuteerd gen bezitten dat zorgt voor een iets langere nek. Deze dieren waren in het voordeel, omdat ze gemakkelijker bladeren van bomen konden eten (zie afbeelding 37). Daardoor hadden ze een grotere overlevingskans. In tijden dat er weinig voedsel was, stierven veel dieren met een korte nek door voedselgebrek. De dieren met een langere nek bleven in leven en plantten zich voort. Zo zouden door eeuwenlange natuurlijke selectie giraffen met een steeds langere nek zijn ontstaan.

▼ **Afb. 36** De evolutie van giraffen.

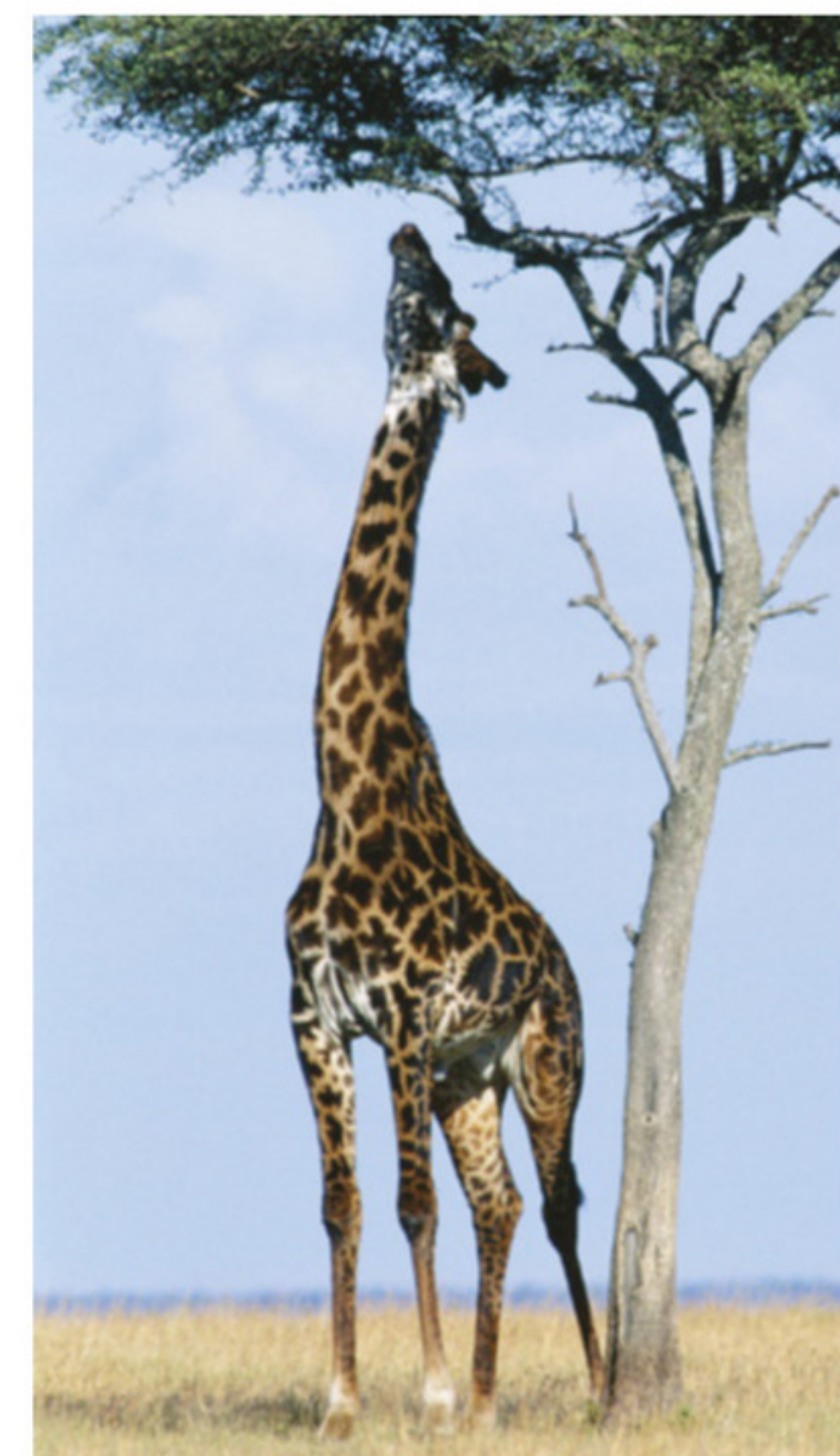


1 uitgestorven voorouder van de giraffe

2 giraffe

3 okapi, de enige huidige verwant van de giraffe

▼ **Afb. 37**



Een dier kan goed of slecht zijn aangepast aan het milieu. Dit wordt vooral bepaald door het genotype. Een dier dat goed is aangepast aan zijn milieu heeft een grote overlevingskans. Van dit dier zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten. Het gunstige genotype wordt zo doorgegeven van ouders aan nakomelingen.

Een dier dat slecht is aangepast aan het milieu krijgt weinig of geen nakomelingen. Het ongunstige genotype wordt zo vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingen. Dit geldt niet alleen voor dieren, maar voor alle organismen. Deze selectie leidt ertoe dat soorten voortdurend veranderen. In afbeelding 38, 39 en 40 zie je voorbeelden van veranderingen in genotype en fenotype bij bacteriën, bij dieren en bij mensen.

▼ Afb. 38

Natuurlijke selectie in ziekenhuizen

De bacterie *Staphylococcus aureus* is in veel ziekenhuizen een probleem geworden. Een deel van de bacteriestammen heeft namelijk mutanten ontwikkeld die resistent (ongevoelig) zijn geworden voor antibiotica. Daardoor is de bacterie erg moeilijk te bestrijden. De resistente bacteriën worden MRSA-bacteriën genoemd. Deze bacteriën bevatten een gen waardoor ze in staat zijn antibiotica af te breken.

Sinds ongeveer 1940 worden antibiotica gebruikt om bacteriën te doden. Vooral in ziekenhuizen worden veel antibiotica gebruikt. Daardoor komt besmetting met MRSA-bacteriën vooral in ziekenhuizen voor. De bacterie wordt daarom ook wel ziekenhuisbacterie genoemd.

MRSA-bacteriën



Je hebt geleerd dat door mutaties nieuwe genotypen kunnen ontstaan. Als mutaties tot uiting komen in het fenotype leidt dit in vrijwel alle gevallen tot een kleinere overlevingskans voor de mutanten. De mutanten zullen niet veel nakomelingen krijgen. Hierdoor worden deze gemuteerde allelen vrijwel niet doorgegeven aan de nakomelingschap.

Slechts heel af en toe komt er een mutatie voor die leidt tot een grotere overlevingskans of een grotere kans op voortplanting voor de mutant. In dat geval zullen de mutanten meer nakomelingen krijgen dan de oorspronkelijke vorm. Het gemuteerde gen zal dan volop aanwezig zijn in de nakomelingschap (zie afbeelding 39).

WB OPDRACHT 15 EN 16 BLZ. 22

▼ Afb. 39

Tasmaanse duivel plant zich sneller voort door ziekte

De Tasmaanse duivel is een buideldier dat leeft op het Australische eiland Tasmanië. Sinds twaalf jaar heerst daar een dodelijke besmettelijke ziekte. Op sommige plaatsen is al 90% van de dieren aan deze ziekte gestorven. De Tasmaanse duivel dreigt daardoor op termijn uit te sterven. Maar voorlopig lijkt het dier zich toch te redden. Een klein deel van de dieren bezit genen

waardoor ze zich al in het eerste levensjaar kunnen voortplanten. Daardoor hebben deze dieren een grotere kans op voortplanting: ze krijgen al jongen voordat ze doodgaan aan de ziekte. Op sommige plaatsen plant inmiddels al 60% van de dieren zich in het eerste jaar voort.

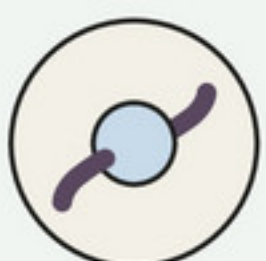


Tasmaanse duivels
vóór de uitbraak van de
besmettelijke ziekte.

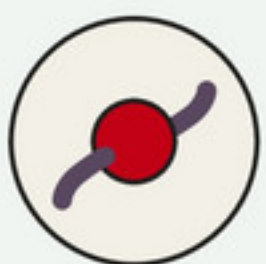


Tasmaanse duivels
na de uitbraak van de
besmettelijke ziekte.

Legenda:



allel voor langzame voortplanting



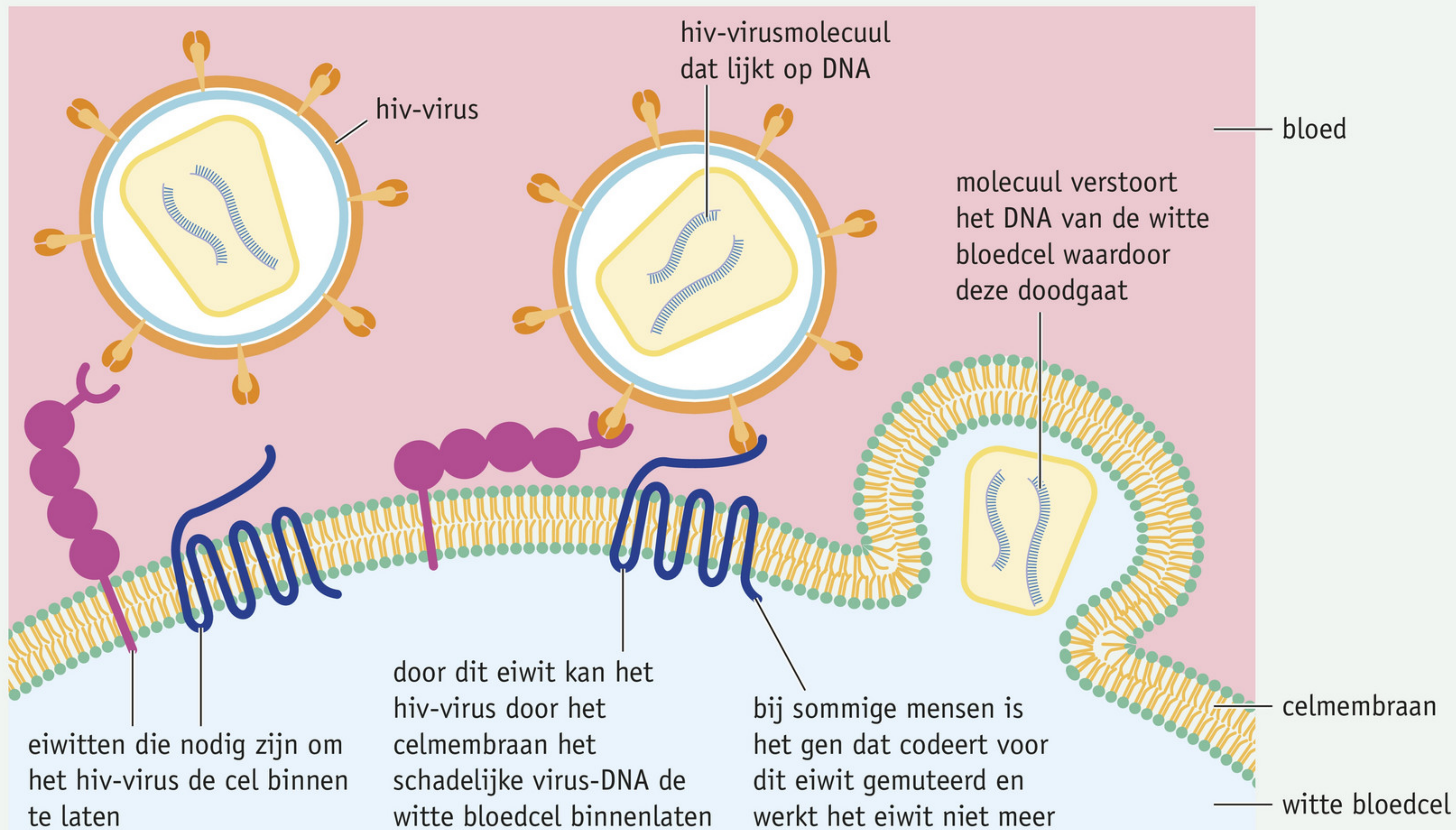
allel voor snelle voortplanting

▼ Afb. 40

Immuun voor hiv

Een heel klein deel van de mensen van Europese afkomst is immuun voor het hiv-virus dat aids veroorzaakt. Deze mensen hebben een mutatie in het gen dat de code bevat voor een eiwit op het

celmembraan van hun witte bloedcellen. Het hiv-virus heeft dit eiwit nodig om de witte bloedcellen binnen te dringen en daarna te vernietigen. Witte bloedcellen zijn belangrijk in de afweer tegen ziekten.

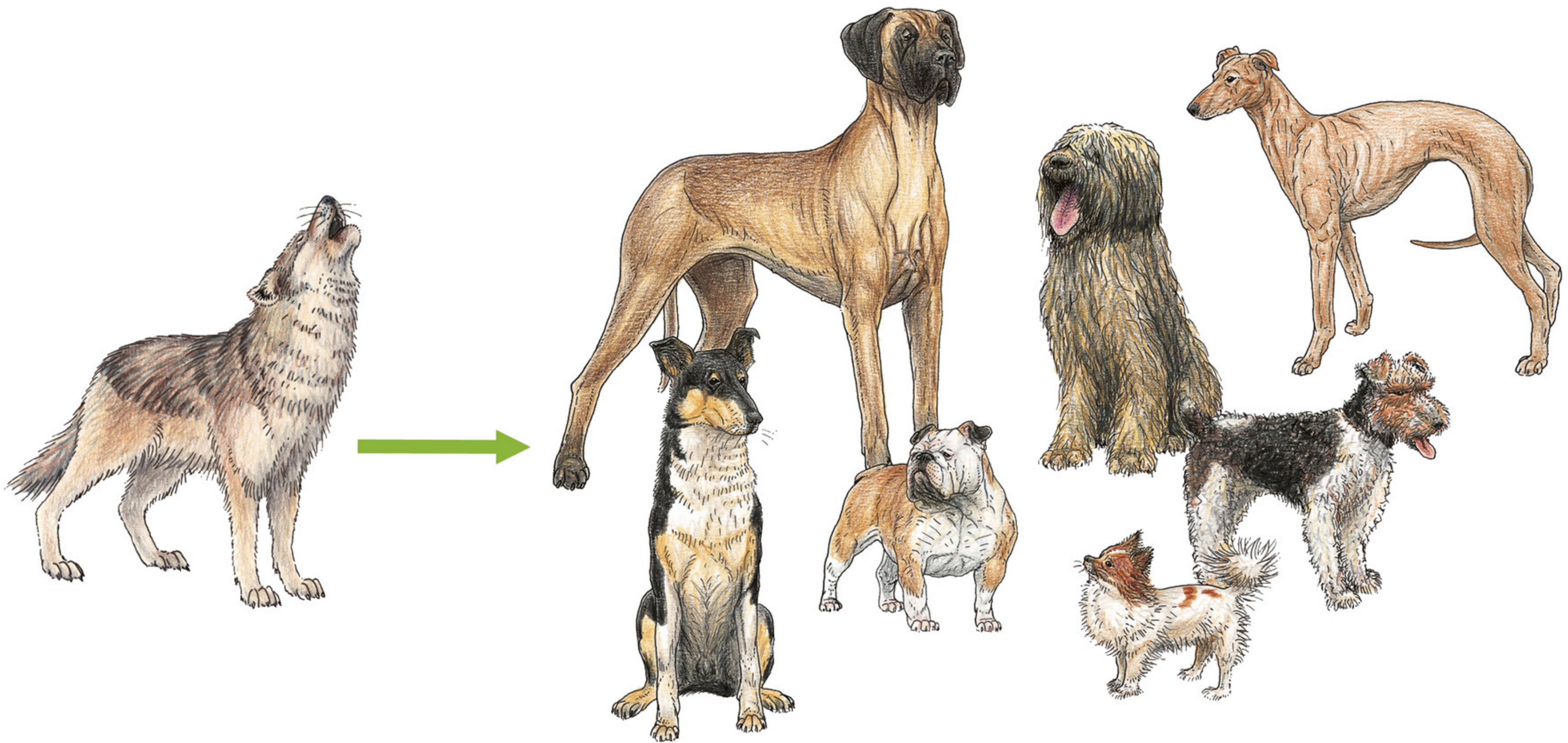


HET ONTSTAAN VAN NIEUWE SOORTEN

Wanneer bij een soort veel verschillende genotypen en fenotypen voorkomen, is dat voordelig voor de soort. De soort heeft dan een grote overlevingskans, vooral als de milieumomstandigheden veranderen.

Het klimaat kan bijvoorbeeld veranderen. In dat geval is grote variatie in genotypen en fenotypen gunstig, omdat de kans dan groot is dat enkele organismen wel goed zijn aangepast aan het nieuwe klimaat. Dit kan tot gevolg hebben dat de organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven. De organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan. De soort is dan veranderd.

▼ Afb. 41 Hondenrassen.



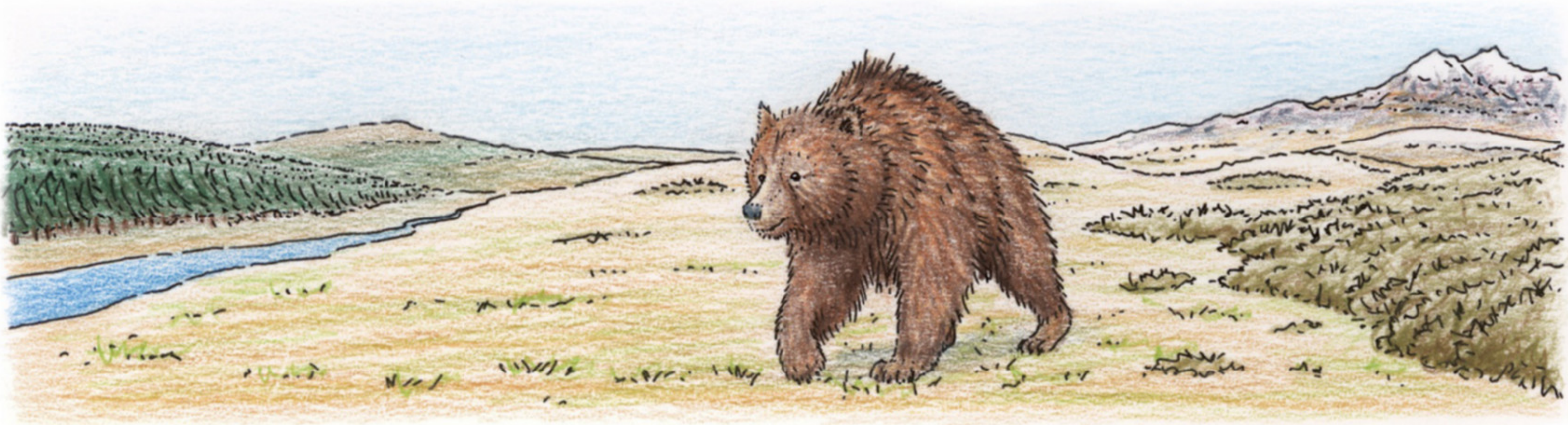
Ook kunnen beide vormen naast elkaar blijven bestaan. Organismen met de oorspronkelijke vorm en organismen met de nieuwe, afwijkende vorm planten zich dan onderling voort. Meestal ontstaan dan ook allerlei tussenvormen. Als de verschillende vormen zich onderling blijven voortplanten, blijven ze tot dezelfde soort behoren. Er zal dan geen nieuwe soort ontstaan. Wel kunnen er verschillende vormen van één soort ontstaan. Denk bijvoorbeeld aan verschillende hondenrassen (zie afbeelding 41). Deze behoren alle tot één soort.

De verschillende vormen van een soort kunnen van elkaar **geïsoleerd** (gescheiden) raken. Bijvoorbeeld door een rivier, bergen, ijs, een woestijn of een zee. Op den duur kunnen dan verschillende soorten ontstaan. Dit komt doordat de twee vormen steeds meer van elkaar gaan verschillen. Na verloop van lange tijd zijn organismen van de twee vormen niet meer in staat zich onderling voort te planten en daarbij vruchtbare nakomelingen te krijgen. De twee vormen zijn dan twee soorten geworden.

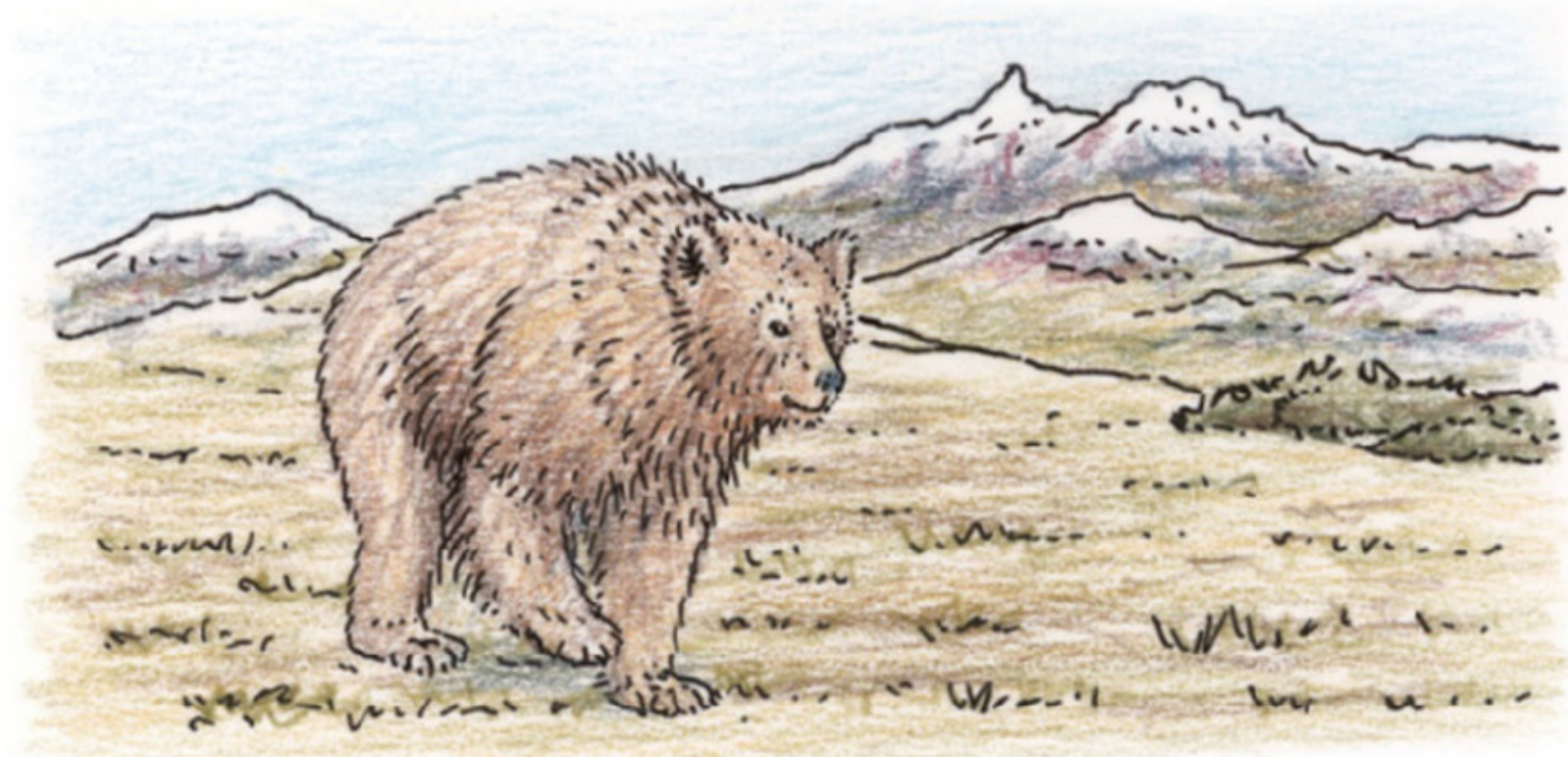
Hetzelfde kan gebeuren als een groep organismen van één soort geïsoleerd raakt van de rest van de soort. In de loop van miljoenen jaren kan het milieu gaan verschillen. Er vindt dan aanpassing plaats aan de verschillende milieus, bijvoorbeeld bij de beren van afbeelding 42. De lemuren van Madagaskar zijn een ander voorbeeld van soortvorming door isolatie (zie afbeelding 43).

WB OPDRACHT 17 BLZ. 23

▼ Afb. 42 Ontstaan van een nieuwe soort door isolatie (schematisch).



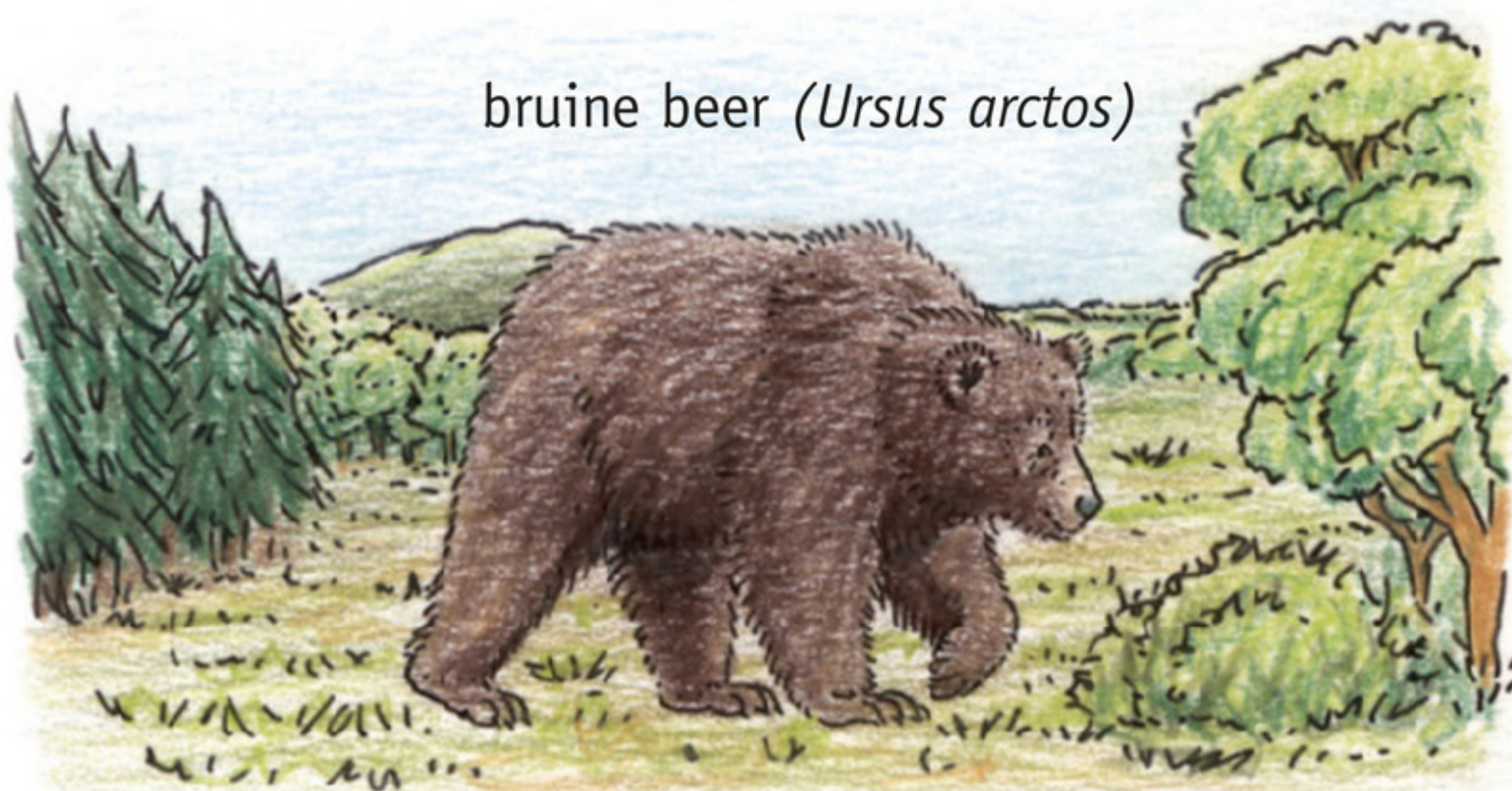
1 Beren van één soort leven in een bepaald gebied.



2 Het gebied wordt door water in twee delen gesplitst.
De beren kunnen niet meer bij elkaar komen.



3 De milieus aan beide kanten van het water verschillen steeds meer van elkaar. Beide groepen beren vertonen aanpassingen aan hun eigen gebied. Hierdoor ontstaan twee nieuwe vormen van de berensoort.



bruine beer (*Ursus arctos*)



ijsbeer (*Ursus maritimus*)

4 Na verloop van lange tijd zijn er twee verschillende soorten ontstaan.
De twee soorten beren kunnen samen geen vruchtbare nakomelingen krijgen.

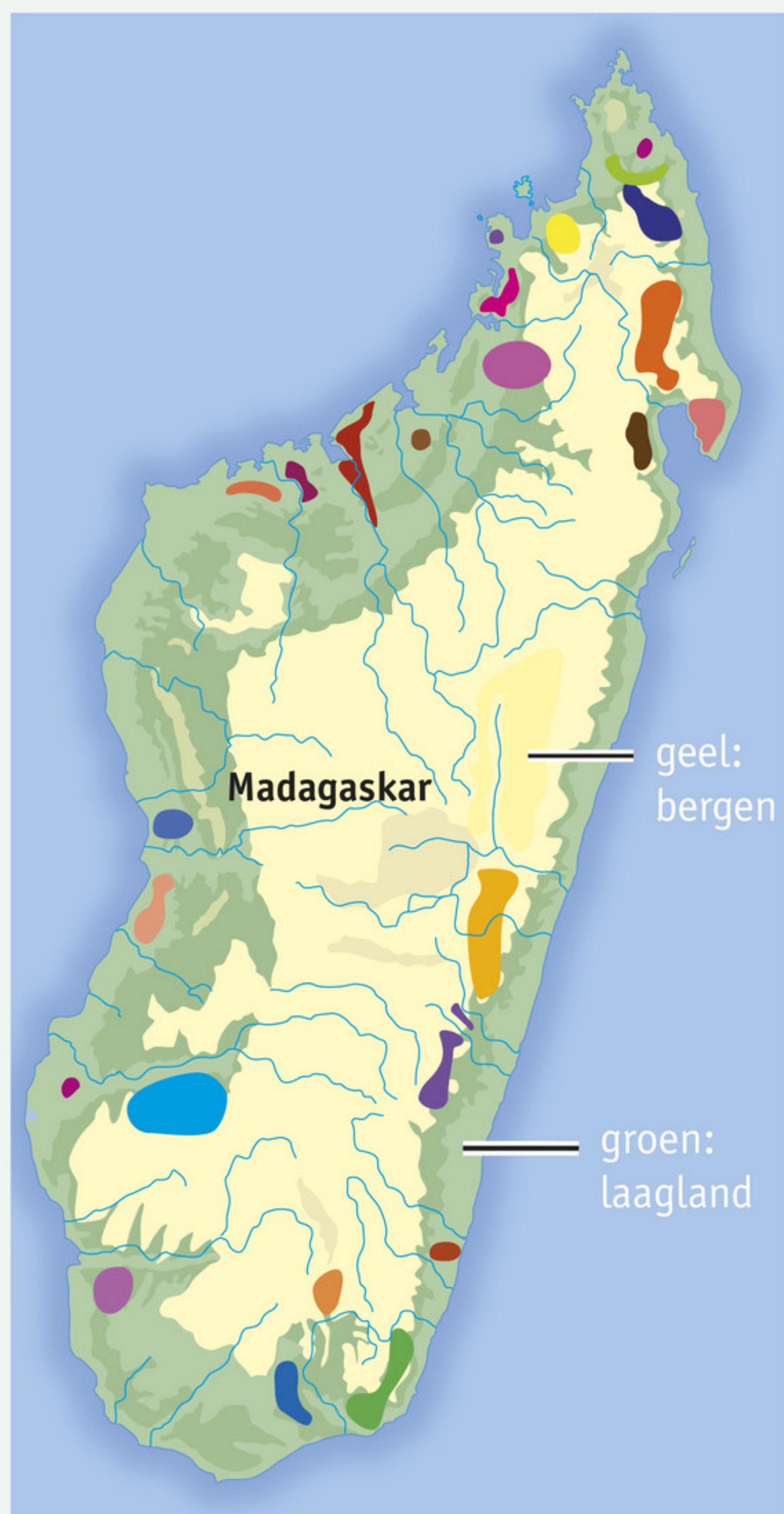
▼ Afb. 43

Lemuren van Madagaskar

Lang geleden was Madagaskar verbonden met Afrika. In dit gebied leefde een groep halfapen. Doordat Madagaskar miljoenen jaren geleden los raakte van het vasteland van Afrika werden de halfapen op Madagaskar gescheiden van de halfapen in Afrika. Beide groepen pasten zich aan hun eigen milieu aan. Na verloop van tijd verschilden de gescheiden groepen halfapen zoveel van elkaar dat er nieuwe soorten waren ontstaan. Inmiddels zijn op Madagaskar door isolatie

vele soorten halfapen ontstaan, die alle behoren tot de familie van de lemuren. Een voorbeeld is het geslacht van de wezelmaki's. Wezelmaki's zijn nachtdieren die in bomen leven en van boom tot boom springen. Ze komen zelden op de grond. Een rivier steken ze dan ook niet over. Door de vele rivieren tussen de bossen van Madagaskar ontstonden als het ware 'bozeilanden' voor de wezelmaki's. Nu leven er ongeveer twintig soorten wezelmaki's op Madagaskar.

Enkele lemuren van Madagaskar



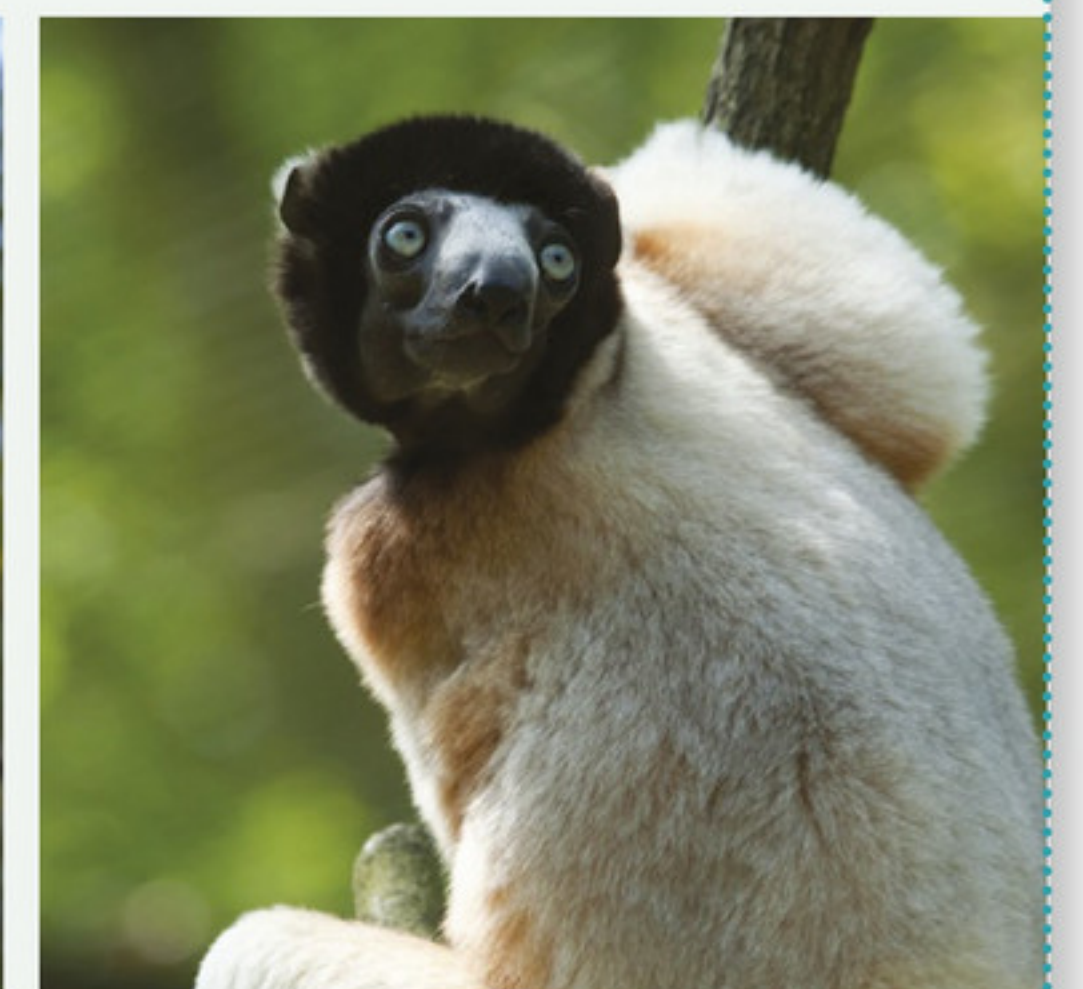
Verspreiding van de ongeveer twintig soorten van het geslacht wezelmaki's. Elke soort is met een andere kleur aangegeven.



grote wezelmaki



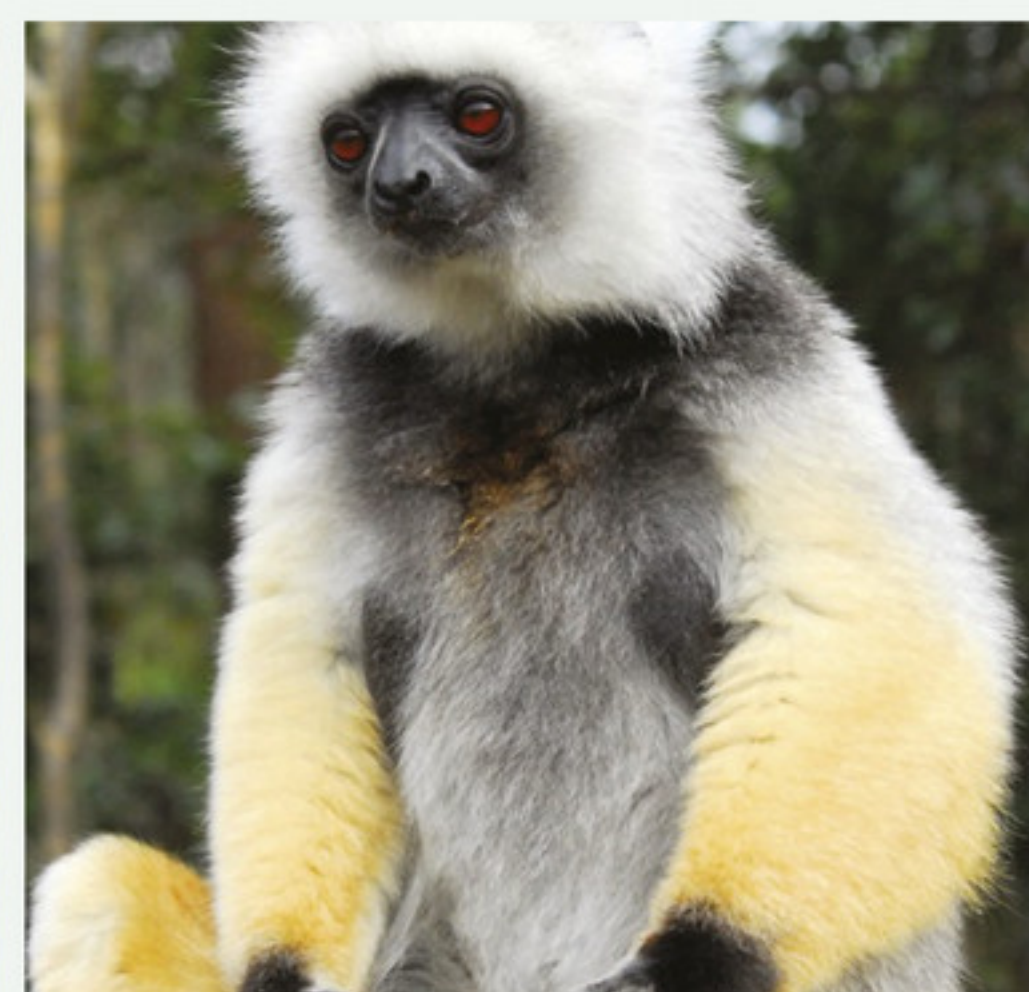
kleine wezelmaki



kroonsifaka



verreauxsifaka



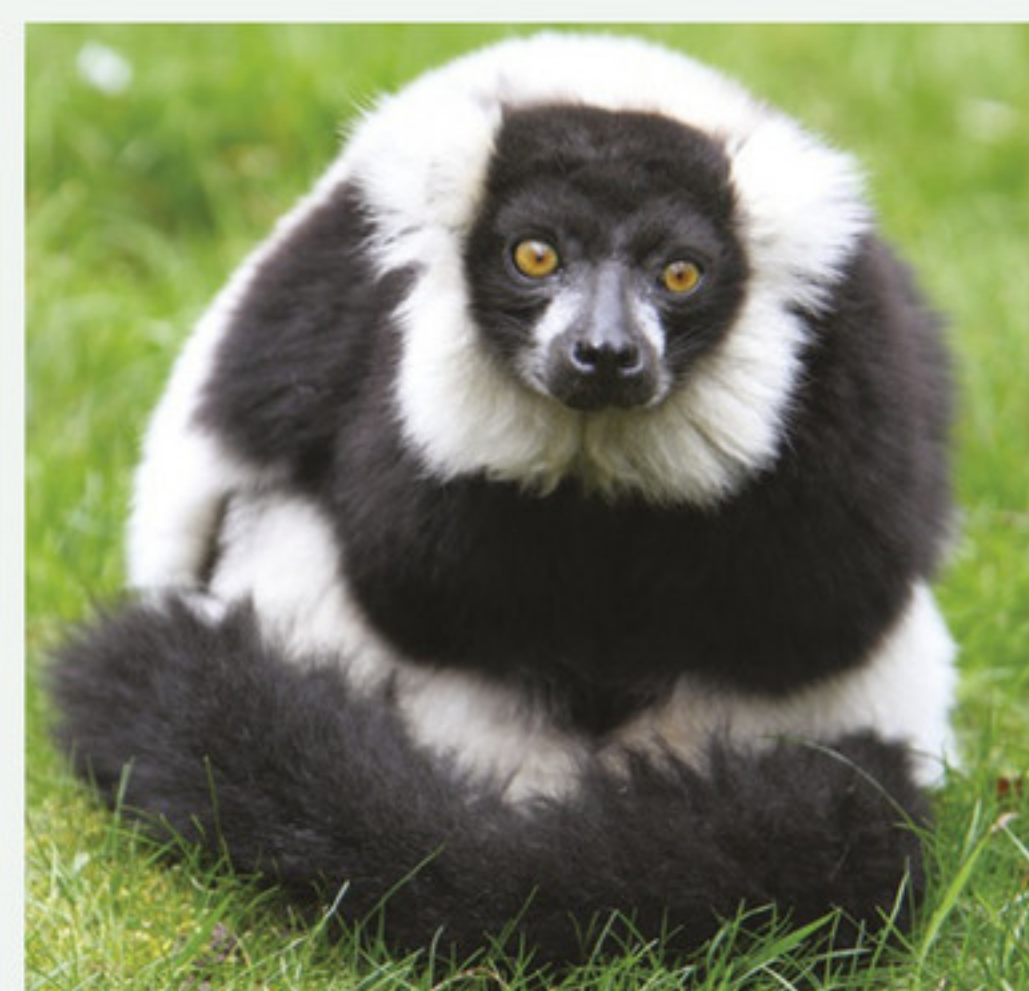
diadeemsifaka



muismaki



witkopmaki



zwart-witte vari



rode vari

7 Argumenten voor de evolutietheorie

Er zijn verschillende argumenten voor de evolutietheorie. In gesteentelagen in de aardkorst worden soms fossielen aangetroffen. Hieruit blijkt dat leven op aarde zich in de loop van de tijd ontwikkelde.

Er bestaan veel overeenkomsten tussen verschillende soorten, zoals overeenkomsten in DNA, eiwitten en fenotype. Deze argumenten maken de evolutietheorie aannemelijk.

FOSSIELEN

Fossielen zijn versteende overblijfselen van organismen, of afdrukken van organismen in gesteenten (zie afbeelding 44).

In afbeelding 45 is schematisch weergegeven hoe fossielen ontstaan. Fossielen kunnen alleen ontstaan als resten van organismen niet wegrotten en vergaan. De resten kunnen worden bedekt door **sedimenten** (afzettingen van bijvoorbeeld zand- of kleideeltjes). Als dit snel gebeurt, krijgen bacteriën en schimmels niet de tijd om de resten helemaal af te breken. Als de sedimenten ongestoord blijven liggen, komen er andere lagen overheen. Op de lange duur verstenen de sedimenten door de druk van de bovenliggende lagen tot sedimentgesteenten.

► Afb. 44 Fossielen.

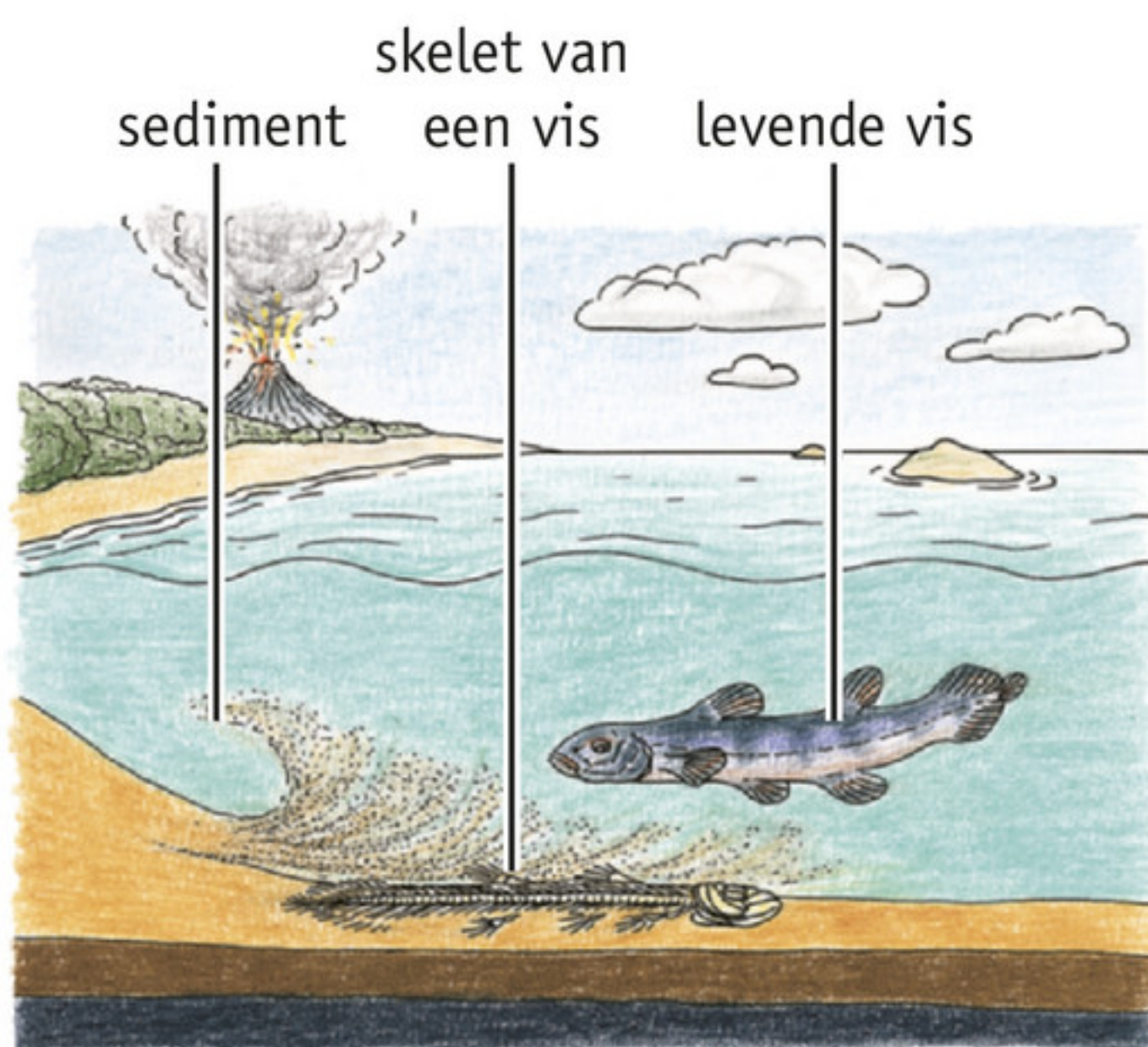


1 fossiele beenderen van een dinosauruspoot (met de ontdekker ervan)

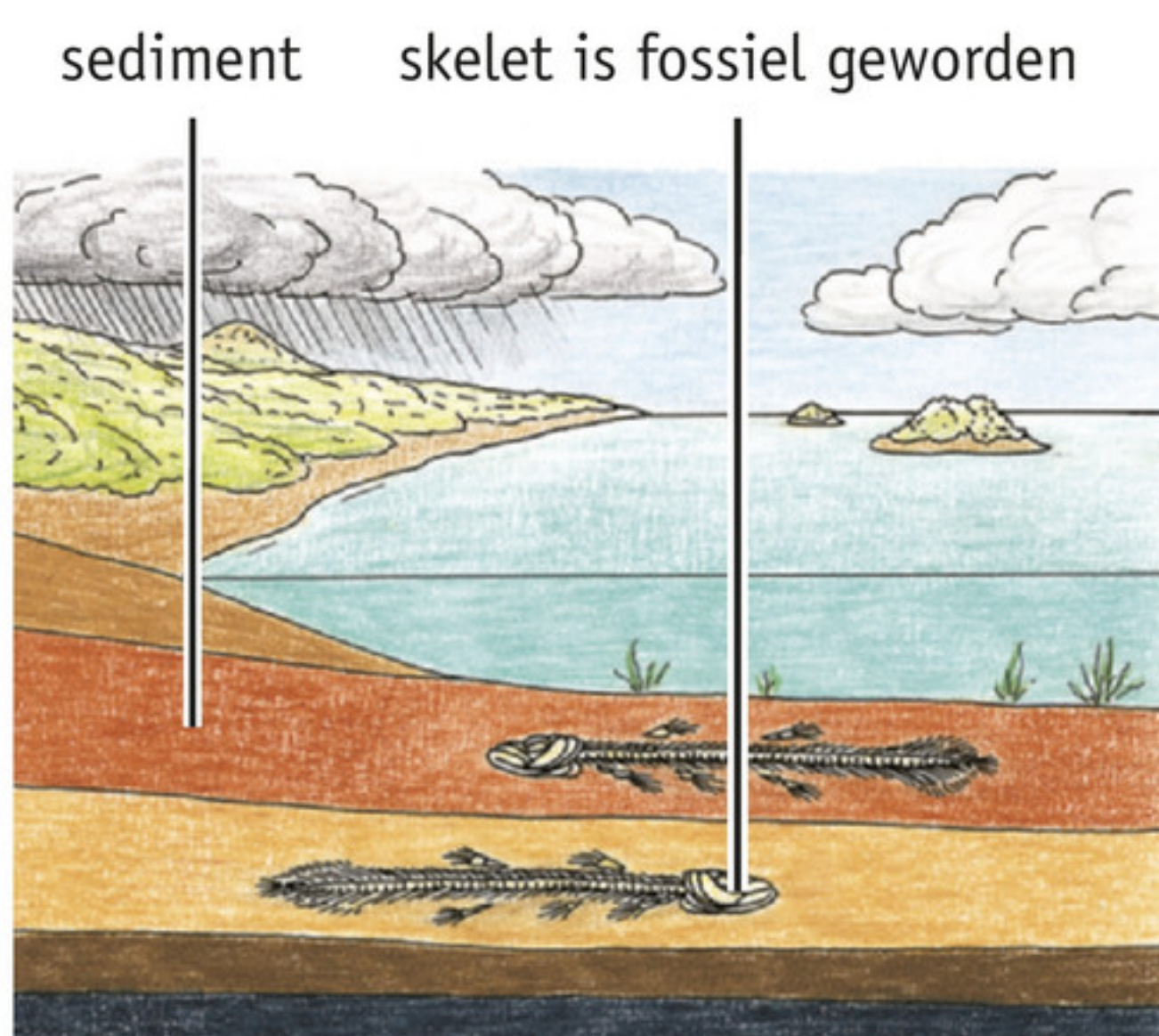


2 fossiel van een uitgestorven vliegend reptiel

▼ **Afb. 45** Het ontstaan van fossielen (schematisch).

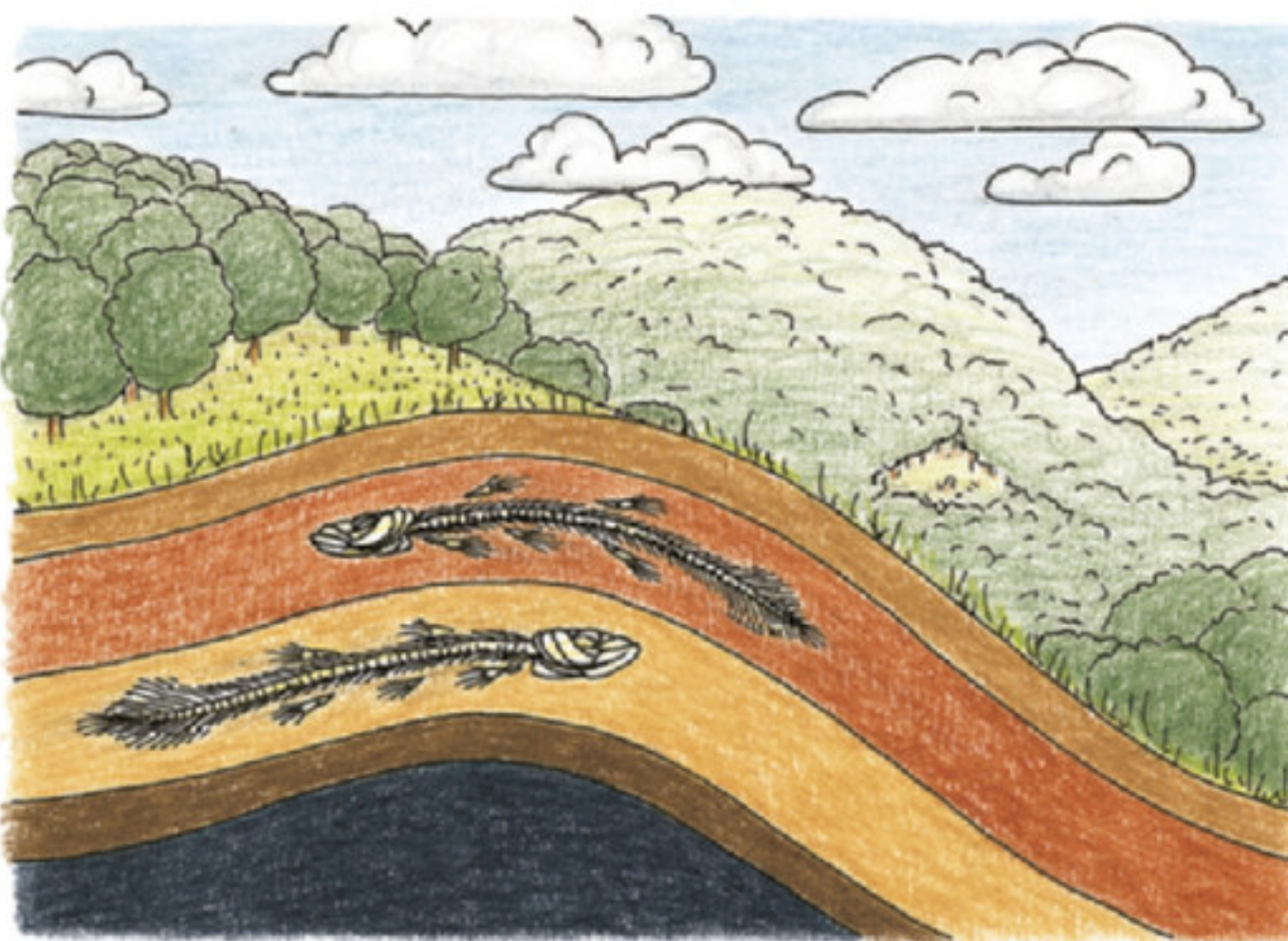


1



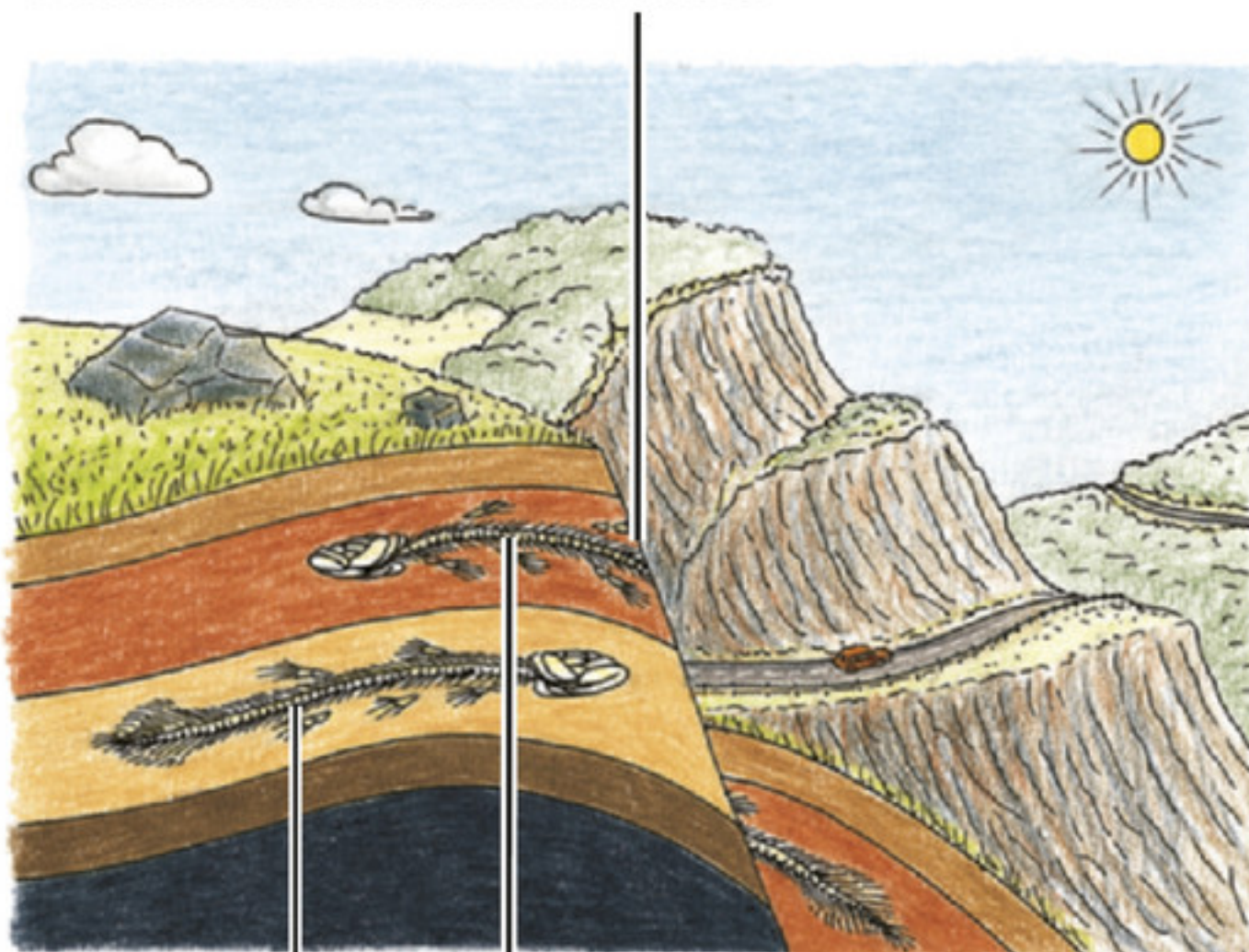
2

zeebodem is gestegen
tot boven de waterspiegel



3

breuk in de aardkorst brengt
fossil skelet aan het licht



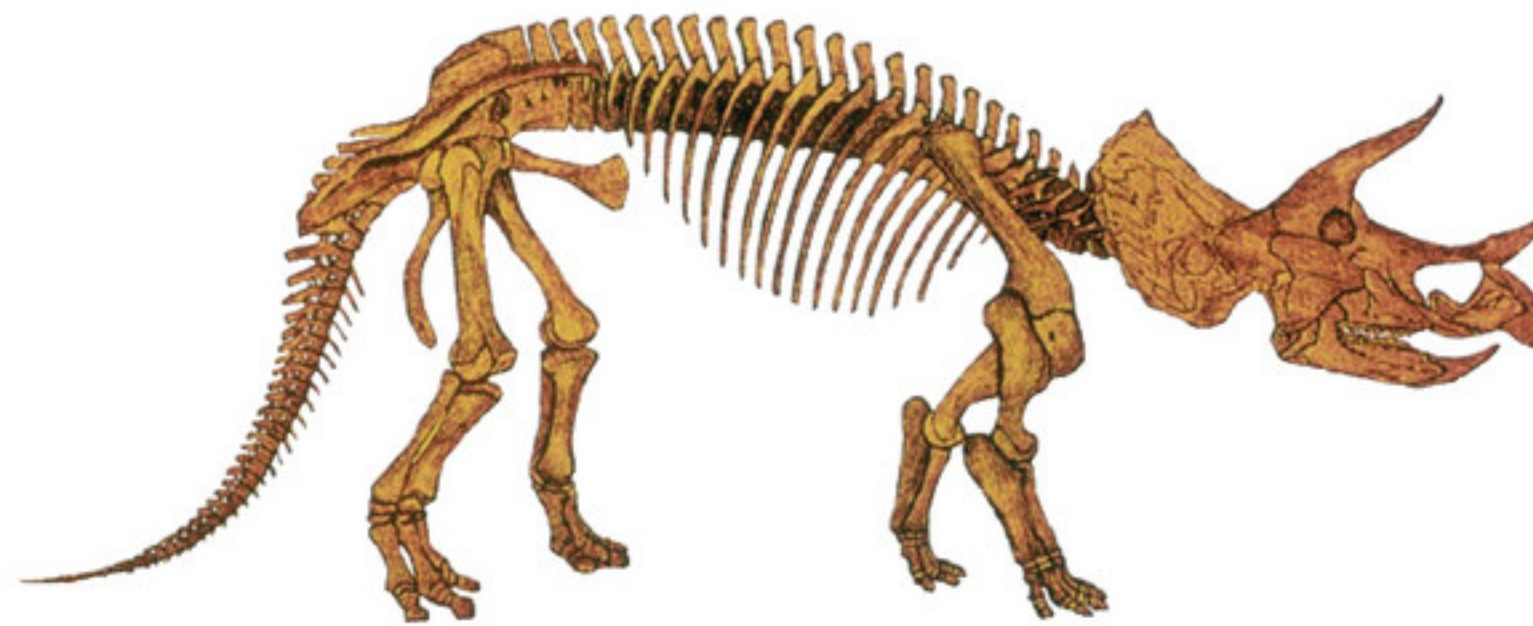
4

P

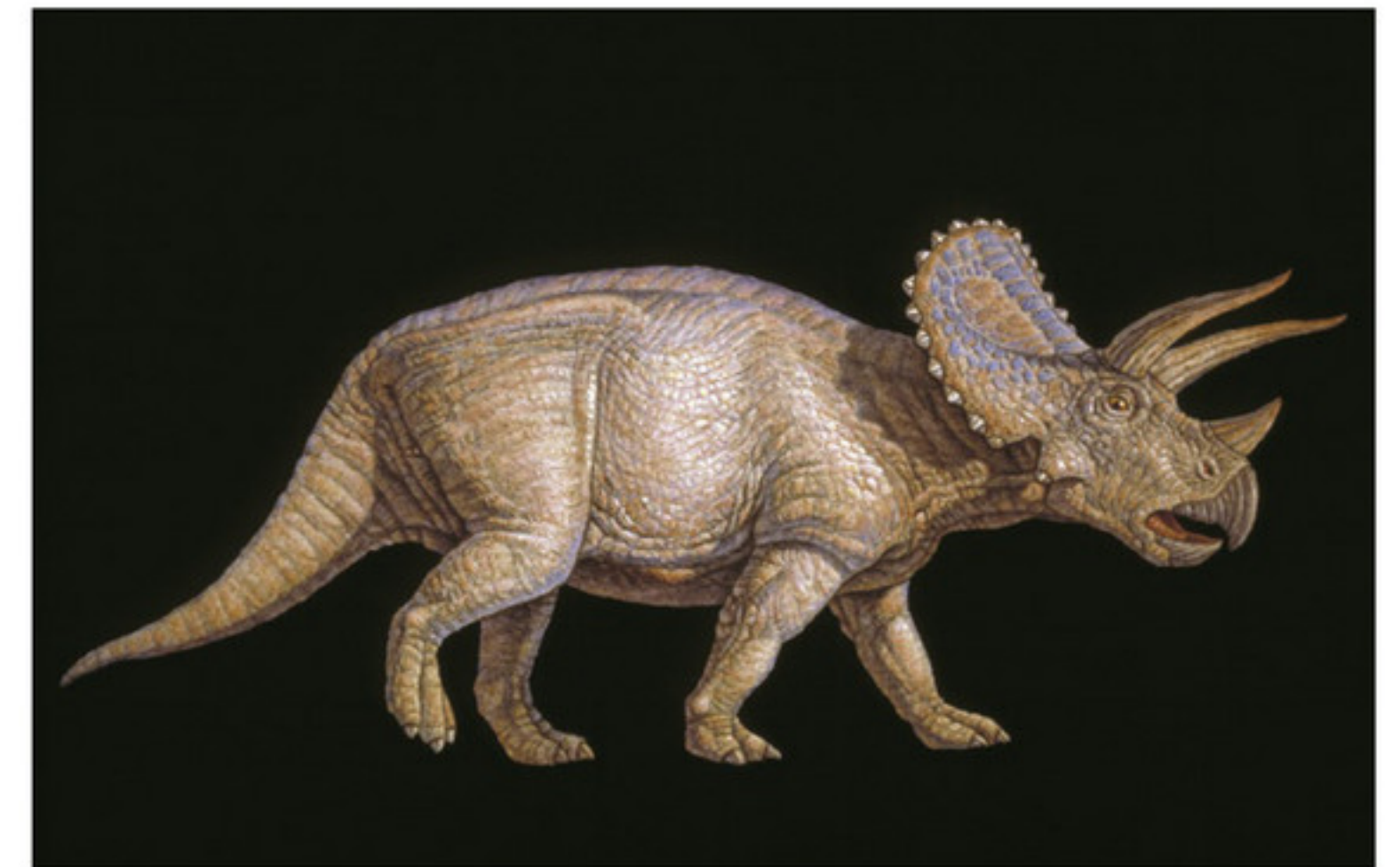
Q

Er worden niet vaak fossielen van complete organismen gevonden. Meestal worden slechts delen van organismen gevonden. Zachte delen vergaan vaak te snel om te kunnen **fossiliseren**. Van schelpdieren worden dan ook veel meer fossielen gevonden dan van wormen. Uit de gefossiliseerde delen probeert men een voorstelling te maken van hoe het organisme eruit heeft gezien. We noemen dat een **reconstructie** (zie afbeelding 46).

▼ **Afb. 46**



1 fossiel



2 reconstructie

Nieuwe sedimenten worden boven op oudere lagen afgezet. In het algemeen liggen de jongste gesteentelagen dan ook aan de oppervlakte. Oudere gesteentelagen liggen dieper in de aardkorst.

Van sommige soorten organismen komen fossielen voor in gesteentelagen van verschillende ouderdom. Maar er zijn ook soorten waarvan de fossielen slechts in één gesteentelaag voorkomen, terwijl ze niet voorkomen in oudere en jongere gesteentelagen. Blijkbaar hebben deze soorten organismen alleen in een bepaalde periode geleefd en zijn daarna uitgestorven. Hieruit blijkt dat in de geschiedenis van de aarde soorten zijn ontstaan en weer zijn verdwenen. Dit is een belangrijk argument voor de evolutietheorie.

WB OPDRACHT 18 BLZ. 24

OVEREENKOMST IN DNA, EIWIT EN FENOTYPE

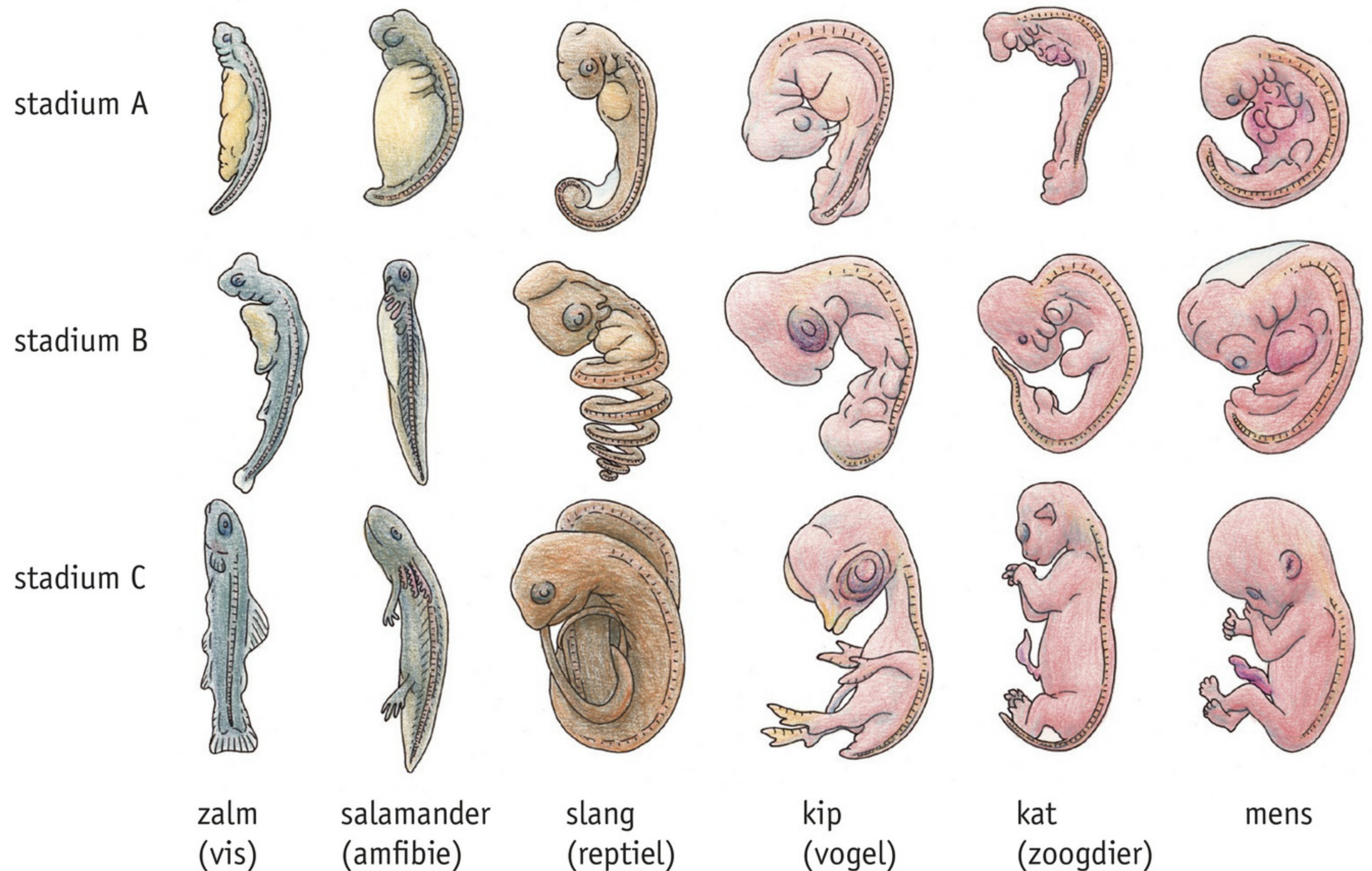
De DNA-sequentie van organismen kan steeds sneller en goedkoper worden bepaald. In deel 1 heb je geleerd dat hoe meer het DNA van twee soorten overeenkomt, hoe meer deze soorten aan elkaar verwant zijn. Het is dan logisch dat de eiwitten en meestal ook het fenotype van twee sterk verwante soorten veel overeenkomst vertonen. Uit onderzoek blijkt dat dit inderdaad het geval is. Hoe meer DNA, eiwit en fenotype van twee soorten overeenkomen, hoe aannemelijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben. Overeenkomst in fenotype is bijvoorbeeld zichtbaar wanneer je de embryonale ontwikkeling en de bouw van organismen vergelijkt.

OVEREENKOMST IN EMBRYONALE ONTWIKKELING

Er bestaat overeenkomst in de embryonale ontwikkeling bij verschillende diersoorten. Vooral in het begin van de ontwikkeling lijken de embryo's sterk op elkaar, maar tijdens hun ontwikkeling gaan de embryo's steeds meer van elkaar verschillen.

In afbeelding 47 zijn steeds drie stadia uit de embryonale ontwikkeling van vijf gewervelde dieren en de mens getekend. De overeenkomst in de eerste stadia van de embryonale ontwikkeling maakt het aannemelijk dat deze gewervelden een gemeenschappelijke voorouder hebben.

► **Afb. 47** Drie stadia in de embryonale ontwikkeling bij gewervelden.

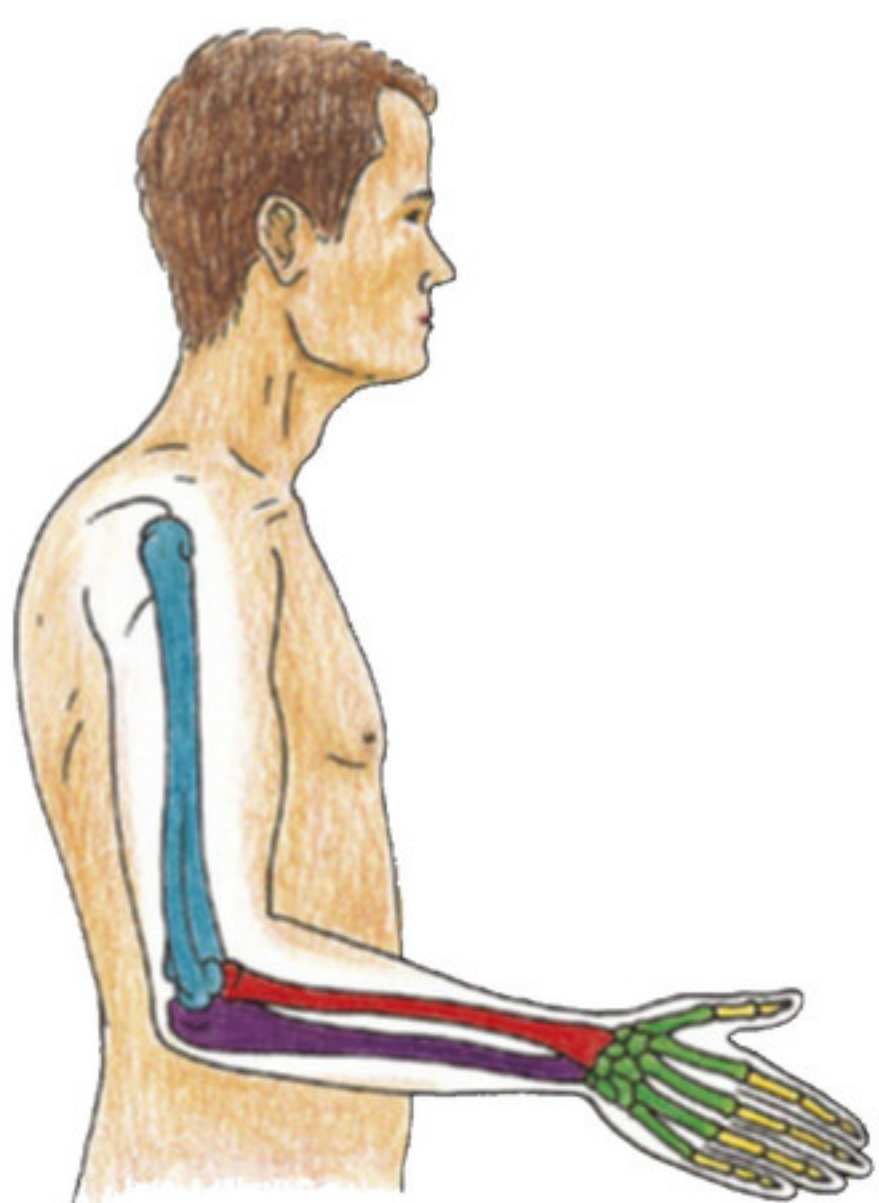


OVEREENKOMST IN BOUW

De arm van een mens, de vleugel van een arend, de voorpoot van een mol en de voorvin van een walrus hebben een verschillende functie. In afbeelding 48 zie je de skeletten van deze organen, met overeenkomstige beenderen in dezelfde kleur. Je ziet dat deze organen een grote overeenkomst in bouw vertonen. Waarschijnlijk zijn deze organen uit dezelfde grondvorm ontstaan. Deze dieren hebben dan ook waarschijnlijk een gemeenschappelijke voorouder. Door aanpassing aan verschillende milieus hebben de organen een verschillende functie gekregen.

Ook overeenkomst in processen als **celdeling** maakt het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

▼ **Afb. 48** Armskeletten.



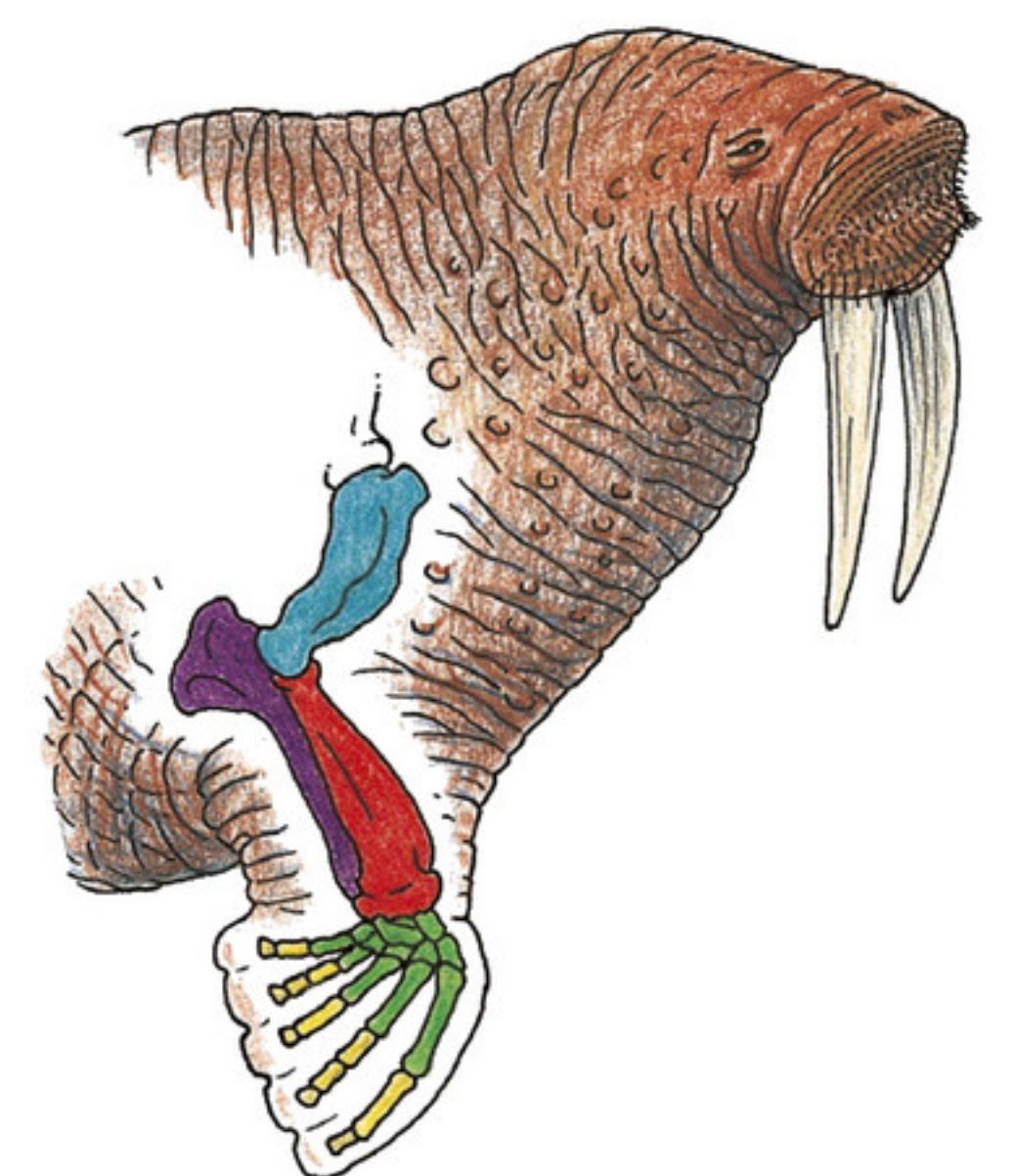
1 de arm van een mens



2 de vleugel van een arend



3 de voorpoot van een mol



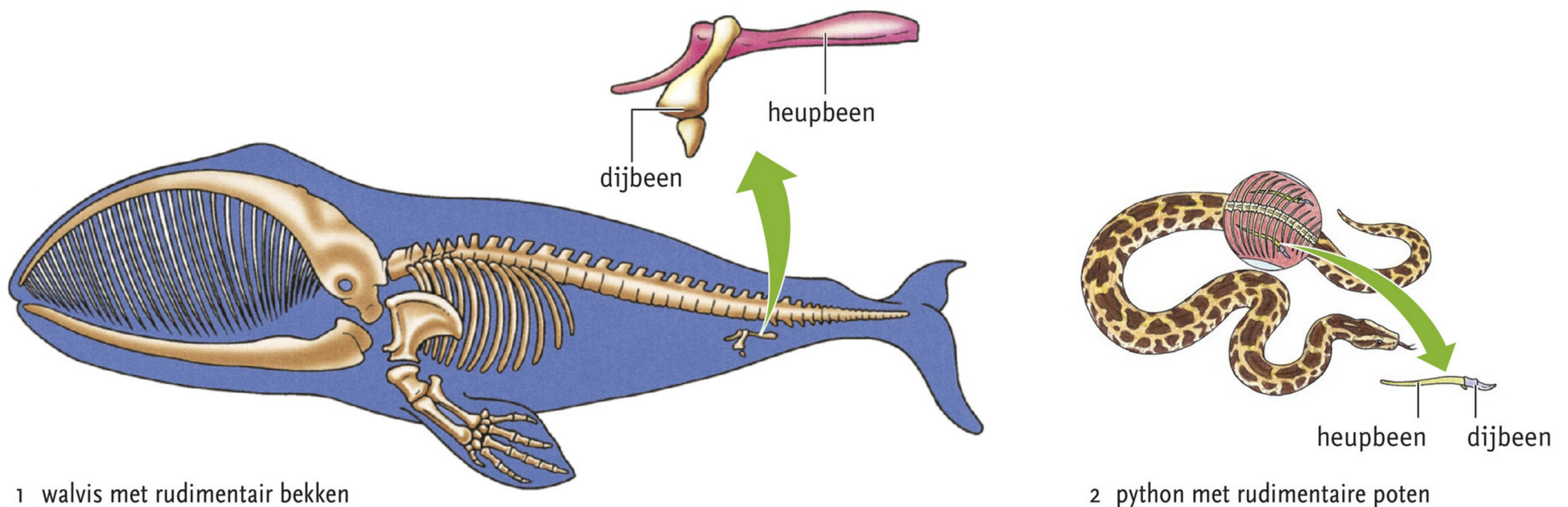
4 de voorvin van een walrus

RUDIMENTAIRE ORGANEN

Door aanpassing aan het milieu kunnen bepaalde organen hun functie verliezen en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Deze organen kunnen dan in de loop van de evolutie verdwijnen. Denk bijvoorbeeld aan de achterpoten bij walvis-
sen en de poten bij slangen (zie afbeelding 49). Soms zijn nog 'resten' van deze organen bij een organisme terug te vinden. We noemen dat **rudimentaire organen** of **rudimenten**. In afbeelding 50 zie je vier rudimenten bij de mens. Rudimenten maken het aannemelijk dat verschillende soorten organismen een gemeenschappelijke voorouder hebben.

WB OPDRACHT 19 EN 20 BLZ. 24

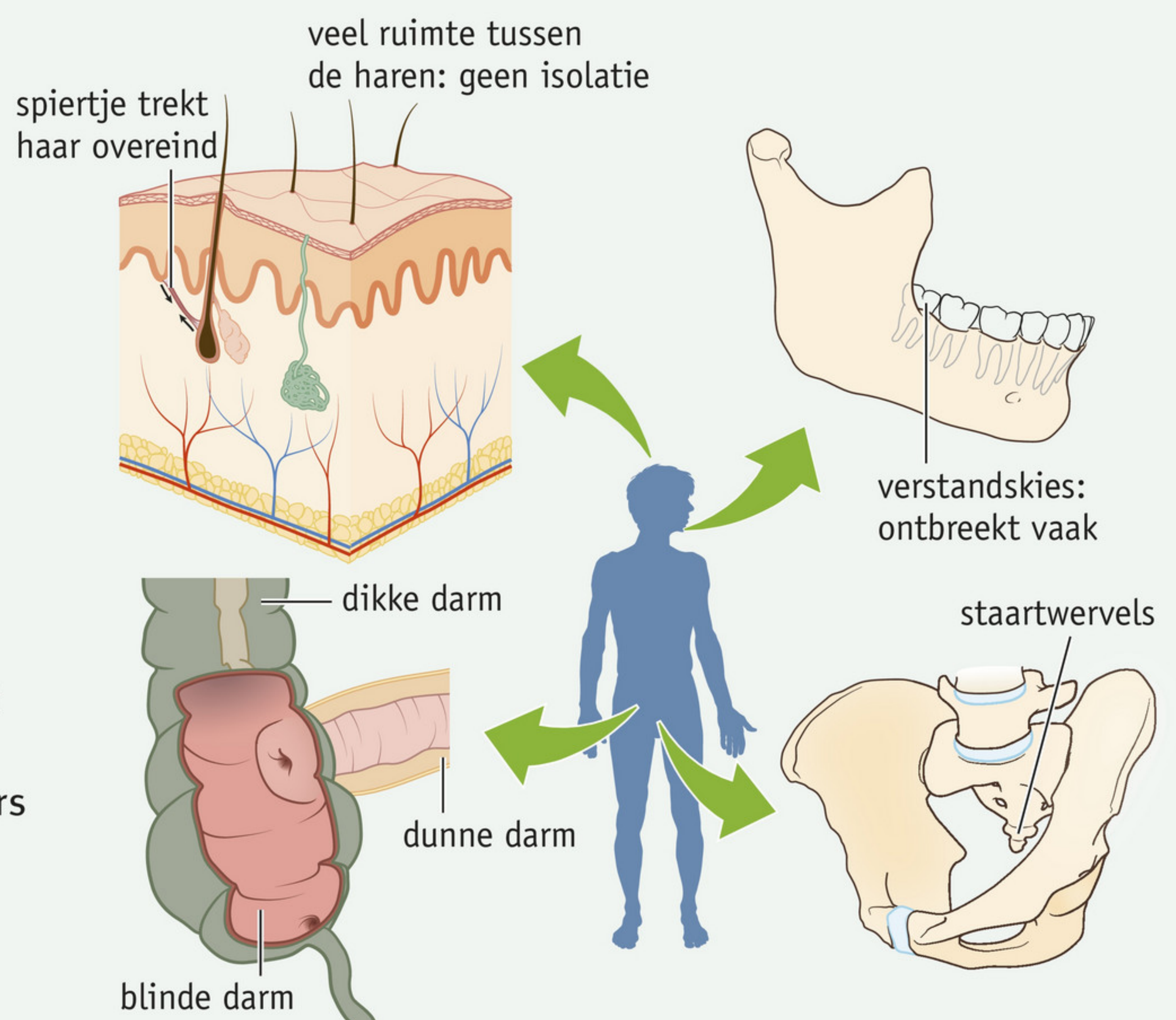
▼ Afb. 49 Rudimentaire organen.



▼ Afb. 50

Rudimenten bij de mens

Bij de mens zijn de staartwervels en de blindedarm rudimentair (zie de afbeelding). Bij veel plantenetende zoogdieren is de blindedarm veel langer. Bij deze dieren heeft de blindedarm een functie bij de vertering van het plantaardige voedsel. Bij de mens heeft de blindedarm deze functie niet meer. Verstandskiezen vergrootten vroeger bij onze voorouders de overlevingskans. Een grote kaak en veel kiezen kwamen immers goed van pas bij moeilijk te verteren en onbewerkt voedsel. Onze kaken zijn nu kleiner en verstandskiezen zijn niet meer nodig. Kippenvel was lang geleden, toen onze voorouders nog een vacht hadden, enorm handig. Kippenvel heeft bij ons nauwelijks nog een functie.



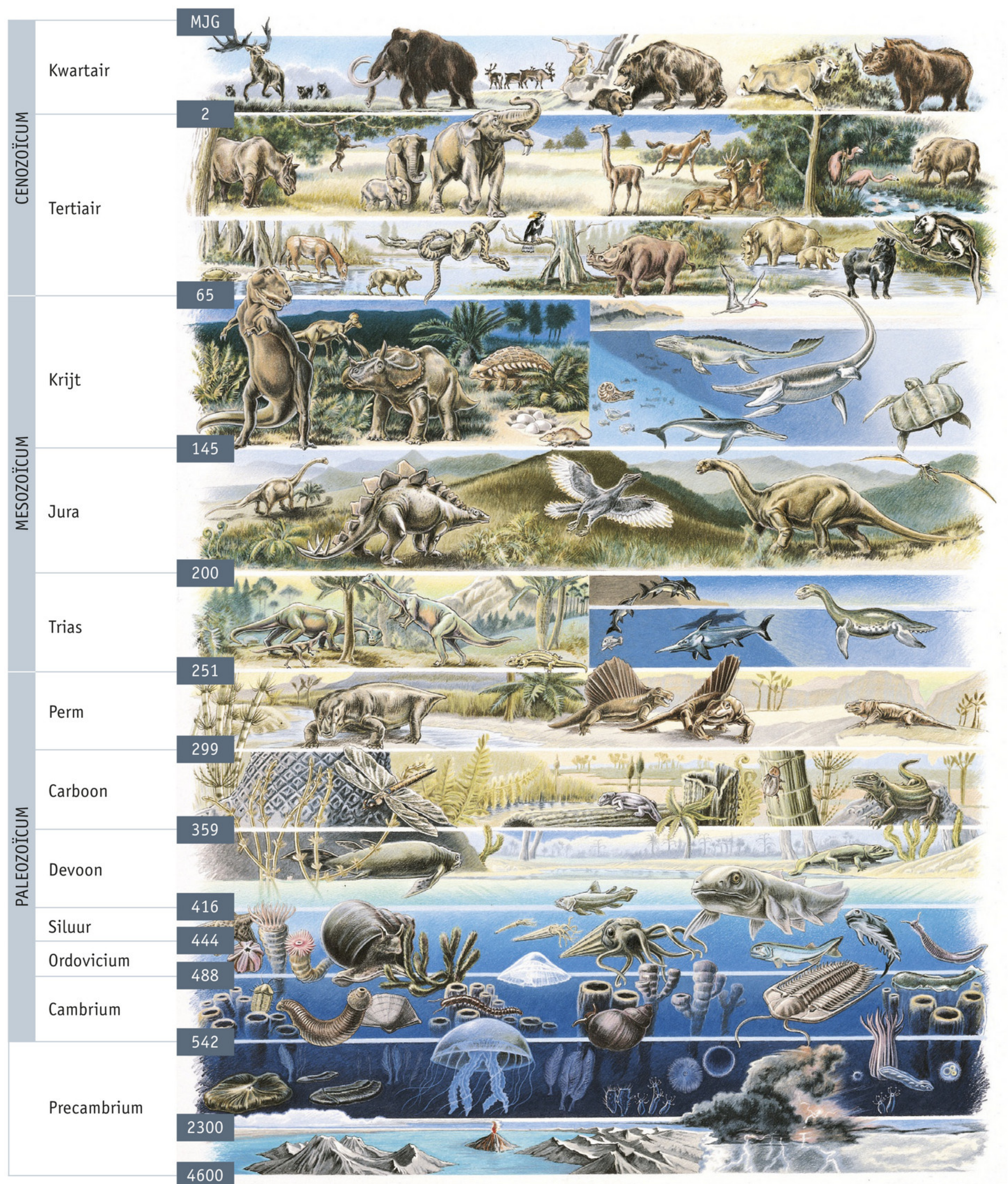
8

De geschiedenis van het leven op aarde

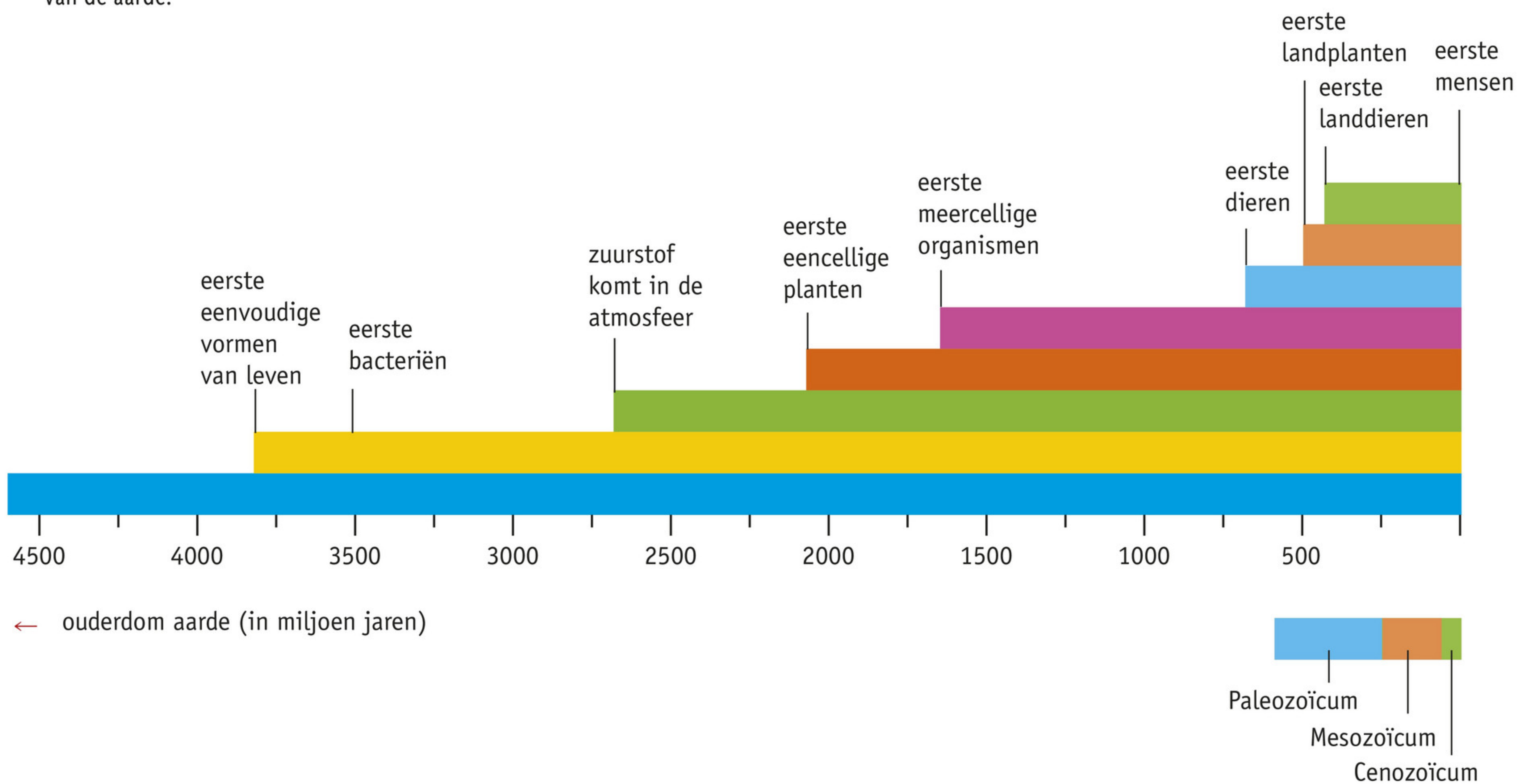
Door wetenschappelijk onderzoek weten we veel over de geschiedenis van het leven op aarde. In deze basisstof leer je meer over de belangrijkste gebeurtenissen. De geschiedenis van het leven op aarde wordt verdeeld in **tijdperken**. De tijdperken worden verder onderverdeeld in **perioden**.

In afbeelding 51 zijn de tijdperken en perioden weergegeven in een **geologische tijdschaal** (geologie = leer van de aarde). Daarin is weergegeven hoeveel miljoen

▼ **Afb. 51** Geologische tijdschaal (mij = miljoen jaar geleden).



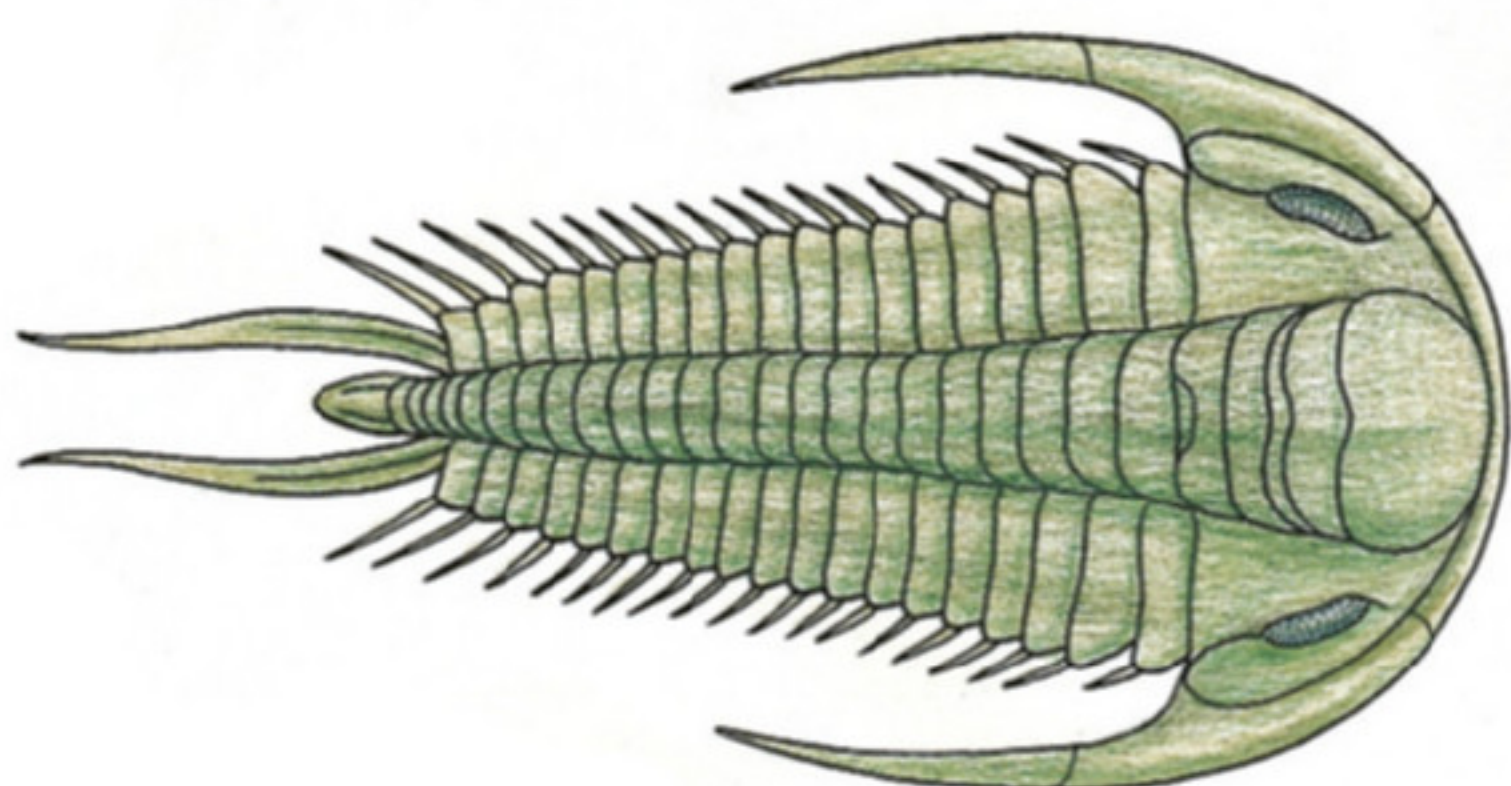
▼ **Afb. 52** Tijdbalk van de geschiedenis van de aarde.



▼ **Afb. 53** Het leven in zee.



1 alle getekende organismen zijn reconstructies, gemaakt aan de hand van fossielen



2 trilobiet

jaar geleden een periode begon en eindigde. In de afbeelding zijn bij elke periode in de geologische tijdschaal enkele levensvormen getekend. De oudste levensvormen op aarde staan onderaan.

LEVEN IN HET WATER

In afbeelding 52 is de geschiedenis van de aarde op een tijdbalk weergegeven. De aarde bestaat ongeveer 4600 miljoen jaar (4,6 miljard jaar). In het begin van het bestaan van de aarde was er geen leven mogelijk. De temperatuur was hiervoor nog veel te hoog.

Ongeveer 3800 miljoen jaar geleden ontstonden waarschijnlijk de **eerste eenvoudige levensvormen**. Deze eerste levensvormen leefden in het water. Er zijn uit die tijd geen fossielen gevonden van organismen die op het land leefden. De lucht bevatte toen nog geen zuurstof.

Uit de eerste eenvoudige levensvormen ontstonden de eerste **bacteriën**. Een deel van deze bacteriën kon al zuurstof produceren. Ongeveer 3300 miljoen jaar geleden ontstonden andere **eencellige organismen** die fotosynthese konden laten plaatsvinden. Daardoor kwam er langzaam meer zuurstof in het water en ook in de lucht. Ongeveer 1600 miljoen jaar geleden ontwikkelden zich uit de eencelligen de eerste **meercellige organismen**. De eerste dieren ontstonden ongeveer 700 miljoen jaar geleden. Er ontstonden onder andere sponzen, holtedieren (bijvoorbeeld kwallen), platwormen, weekdieren (bijvoorbeeld inktvissen), geleedpotigen (bijvoorbeeld trilobieten, zie afbeelding 53.2) en stekelhuidigen (bijvoorbeeld zeesterren). Al deze soorten ontstonden in de oceanen en zeeën; op het land kwamen alleen bacteriën voor.

LEVEN OP HET LAND

De eerste **landplanten** (onder andere mossen) verschenen ongeveer 500 miljoen jaar geleden. De planten veroverden het land en veranderden de kale vlakten. In dezelfde periode ontstonden de eerste gewervelde dieren, de **vissen**.

Ongeveer 450 miljoen jaar geleden ontstonden er **landdieren**. De eerste landdieren waren voornamelijk geleedpotigen (vooral duizendpoten). Zij werden al snel gevolgd door gewervelden, de **amfibieën** en de **reptielen**.

Ongeveer 251 miljoen jaar geleden begon de enorme bloeitijd van de reptielen. Er verschenen allerlei soorten **sauriërs** (*sauros* = hagedis). Op het land leefden enorme **dinosauriërs** (zie afbeelding 54.2). Sommige daarvan bereikten een lengte van meer dan 25 meter. Ook in het water en in de lucht leefden allerlei soorten sauriërs. Tegelijk met de sauriërs ontstonden de eerste **zoogdieren** en **vogels**.

▼ Afb. 54 Leven op het land.



1 een bos tijdens het Carboon

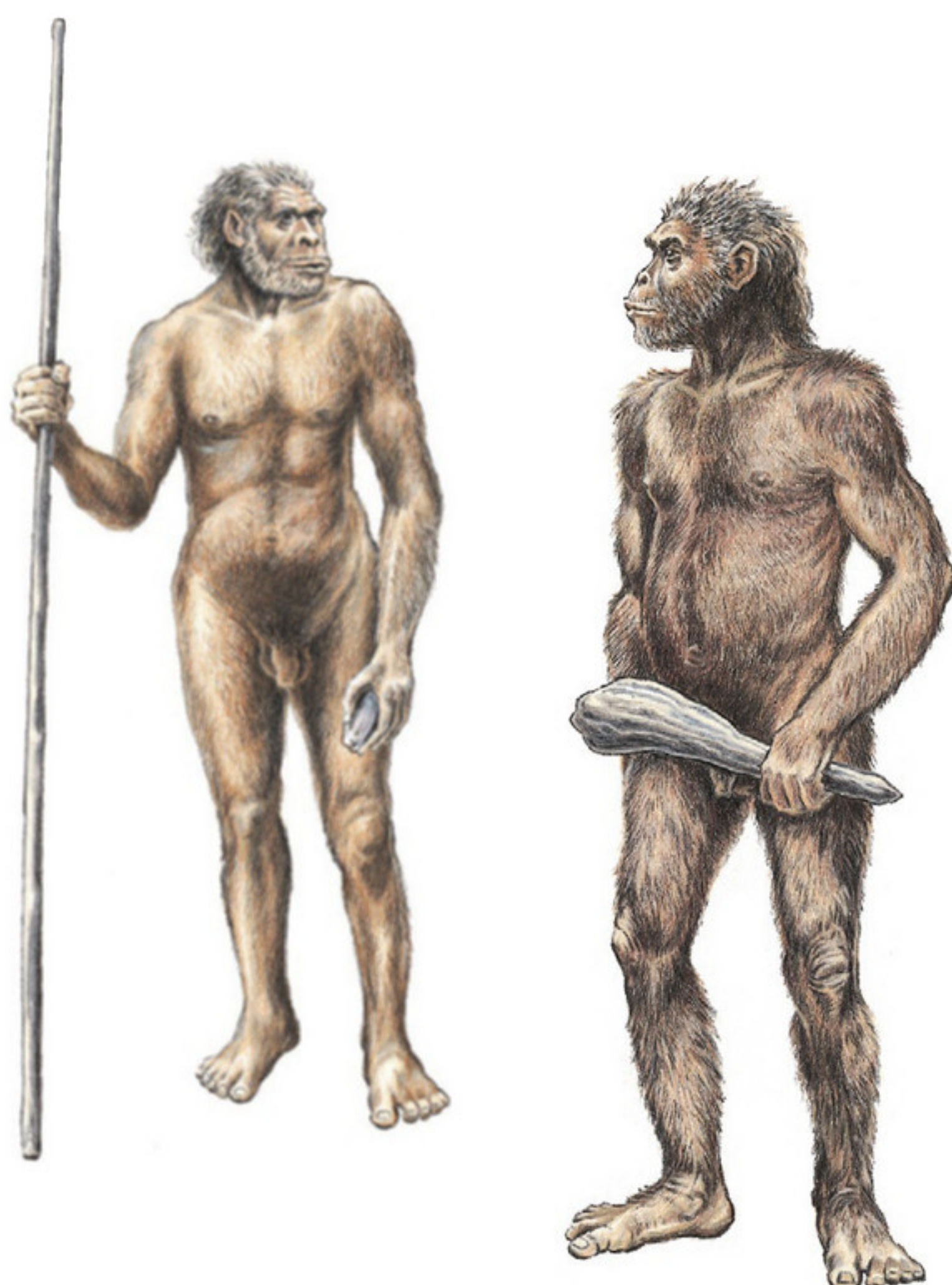


2 dinosauriërs



3 uitgestorven zoogdier

▼ Afb. 55 Mensachtigen.



1 *Australopithecus africanus*

2 *Homo erectus*

Vele miljoenen jaren lang leefden de zoogdieren en vogels onopvallend naast de sauriërs. Maar 65 miljoen jaar geleden stierven de sauriërs in korte tijd uit. De oorzaak hiervan was een rotsblok van ongeveer 10 km doorsnede dat vanuit de ruimte insloeg op de aarde. Dat gaf een enorme explosie, gevolgd door uitgestrekte bosbranden. Hierna hebben enkele jaren lang zwarte wolken van stof en roet boven het aardoppervlak gehangen. Vermoedelijk hebben deze wolken zo veel zonlicht tegengehouden dat het op de hele aarde vrijwel donker werd en de temperatuur sterk daalde. De sauriërs hebben deze klimaatverandering niet overleefd, de zoogdieren en vogels wel. Toen de zwarte wolken verdwenen, konden de zoogdieren en vogels goed tot ontwikkeling komen.

De eerste primitieve **mensachtigen** verschenen ongeveer drie miljoen jaar geleden (zie afbeelding 55). De mensensoort die nu leeft (*Homo sapiens*), is 150 000 jaar geleden in Afrika ontstaan.

WB OPDRACHT 21 EN 22 BLZ. 26

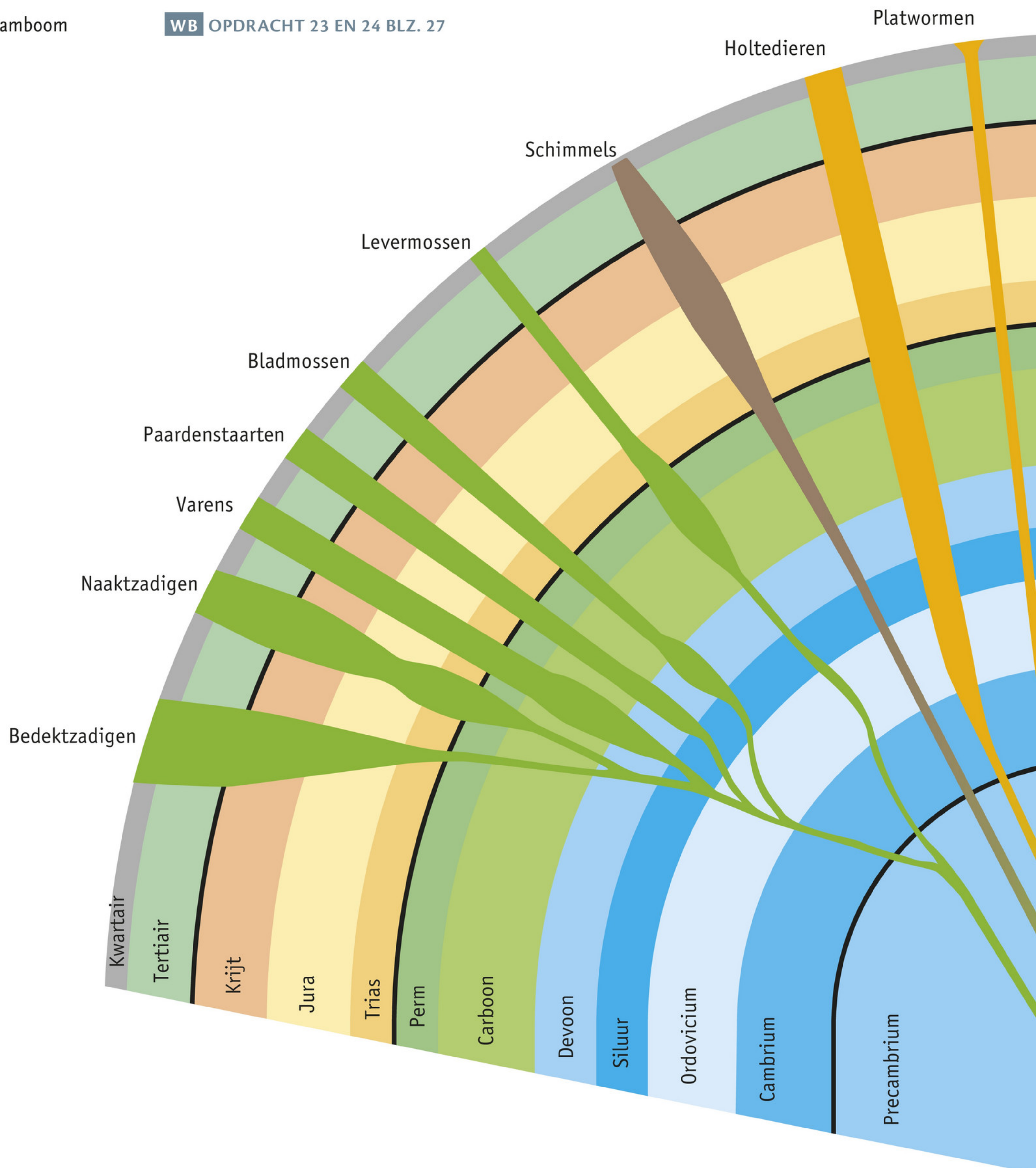
VERWANTSCHAP VAN SOORTEN

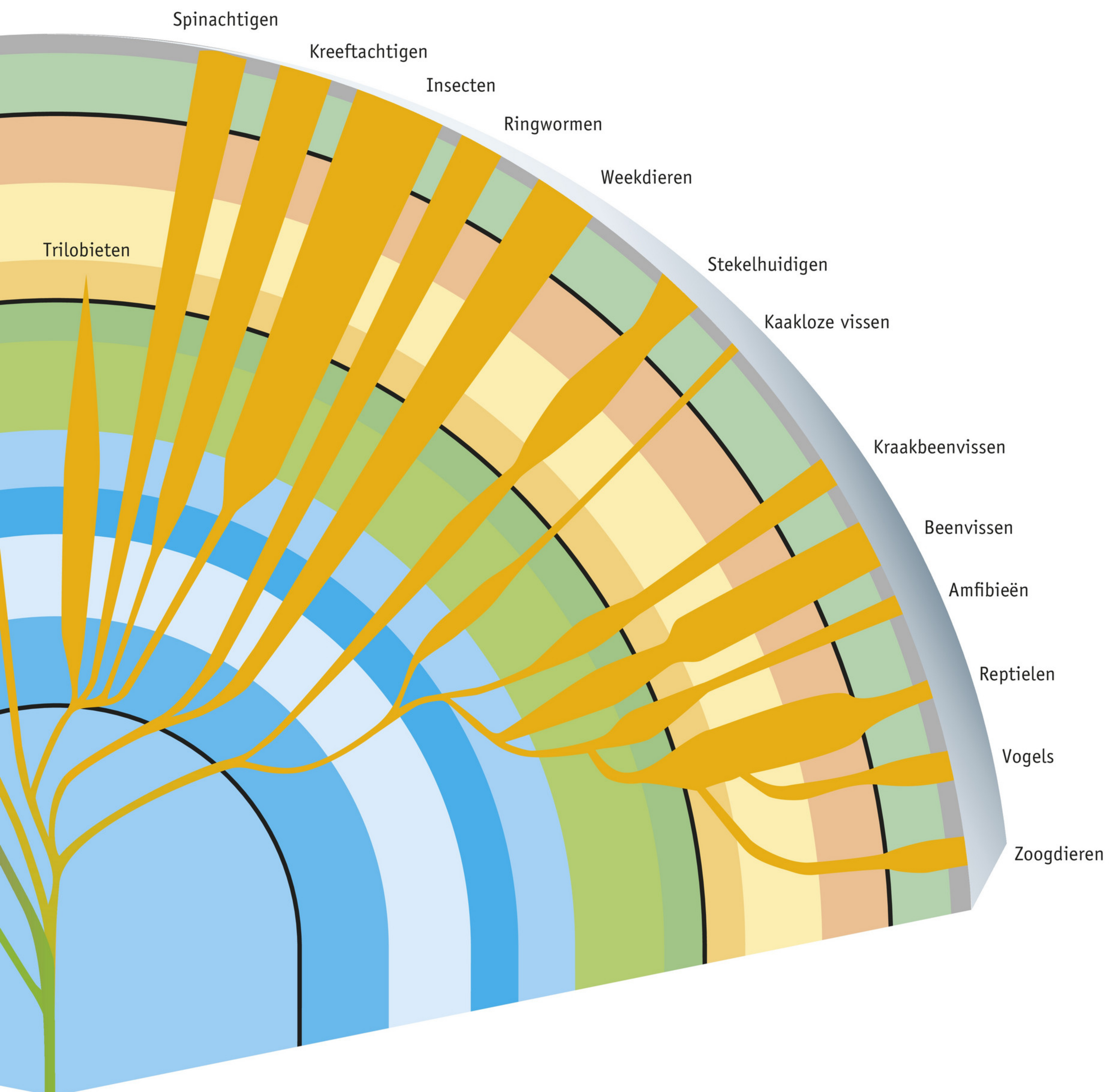
Tijdens de ontwikkeling van het leven op aarde zijn allerlei soorten organismen ontstaan. Soorten die een gemeenschappelijke voorouder hebben, vertonen **verwantschap**. In deel 1 heb je geleerd dat hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder de soorten verwant zijn. In afbeelding 56 is de vermoedelijke afstamming van organismen schematisch weergegeven. Uit deze afbeelding kun je aflezen waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld. Ook kun je afleiden welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

Ten slotte kun je aflezen in welke periode bepaalde groepen een bloeitijd hebben gehad. Deze groepen zijn dan breed weergegeven.

► **Afb. 56** Vermoedelijke stamboom van organismen.

WB OPDRACHT 23 EN 24 BLZ. 27





9 Biotechnologie

▼ Afb. 57 Bakkersgist.



▼ Afb. 58 Voedingsmiddelen waarbij al eeuwenlang biotechnologie wordt toegepast.



Biotechnologie is een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens. Deze technieken worden al eeuwenlang gebruikt, vooral bij de productie van voedingsmiddelen. Voorbeelden van zulke voedingsmiddelen zijn brood, bier, wijn, kaas, yoghurt en zuurkool. In deel 1 heb je geleerd dat schimmels kunnen worden gebruikt om voedingsmiddelen te maken. Brood, bier en wijn worden bereid met behulp van speciale schimmels, de **gisten**. Bij de bereiding van brood zorgen gistcellen ervoor dat het deeg gaat rijzen. Het deeg wordt luchtiger, waardoor het brood minder zwaar op de maag ligt. Bij de bereiding van bier en wijn produceren gistcellen alcohol.

Kaas wordt geproduceerd met behulp van een stof uit de maag van pasgeboren kalveren. Als deze stof aan melk wordt toegevoegd, ontstaat in de melk een vaste massa. Hiervan wordt kaas gemaakt. Yoghurt wordt gemaakt uit melk door er bepaalde soorten **bacteriën** aan toe te voegen. Deze bacteriën vormen stoffen die de zure smaak van yoghurt veroorzaken. Zuurkool wordt gemaakt uit fijngesneden witte kool. Bepaalde soorten bacteriën vormen stoffen die zorgen voor de zure smaak van zuurkool.

Bij de productie van al deze voedingsmiddelen maakt de mens al eeuwenlang gebruik van organismen. Ook bij de productie van bepaalde smaakstoffen, geneesmiddelen en hormonen worden al heel lang organismen gebruikt. De gebruikte organismen zijn uit zichzelf in staat de gewenste stoffen te produceren. Het genotype van de organismen hoeft hiervoor niet te worden veranderd.

GENETISCHE MODIFICATIE

De laatste jaren is de biotechnologie sterk in opkomst. Dat komt door de ontwikkeling van technieken om nieuwe erfelijke informatie aan te brengen in het DNA van een organisme. Bijvoorbeeld informatie die afkomstig is van een ander soort organisme. Deze technieken worden **recombinant-DNA-technieken** genoemd. Hierna volgt een voorbeeld van zo'n techniek.

In deel 1 heb je geleerd dat een diabetespatiënt zichzelf elke dag een hoeveelheid insuline moet inspuiten. Insuline was tot voor kort een duur geneesmiddel. Het werd verkregen uit de alvleesklier van geslachte varkens. Deze methode was tijdrovend en kostbaar. Gezonde mensen hebben een gen dat de informatie bevat voor de productie van insuline. Bacteriën hebben dit gen niet. DNA met dit gen is weggehaald uit cellen van de mens en ingebracht bij bepaalde bacteriën. Deze bacteriën bezitten dan de informatie voor de productie van insuline en gaan insuline produceren. Door deze bacteriën op grote schaal te kweken kan nu goedkoop insuline in zuivere vorm worden geproduceerd. Door recombinant-DNA-technieken kunnen allerlei gewenste erfelijke eigenschappen bij organismen worden 'aangebracht'. Dit heet **genetische modificatie**. Een genetisch gemodificeerd organisme wordt **transgeen** genoemd. Voor genetische modificatie worden vaak micro-organismen gebruikt, maar soms ook planten of dieren.

In afbeelding 59 zie je daar voorbeelden van. In de gezondheidszorg, de landbouw, de industrie en het milieu worden genetisch gemodificeerde organismen gebruikt. De meeste toepassingsmogelijkheden liggen in de voedselproductie (zie afbeelding 60).

Sommige mensen zijn voorstander van genetische modificatie, omdat hierdoor de voedselopbrengst hoger wordt. Dat is nodig om de steeds maar groeiende wereldbevolking van voedsel te voorzien. Door genetische modificatie kunnen sommige gewassen ook milieuvriendelijker worden geproduceerd en kunnen sommige ziekten beter worden behandeld (zie afbeelding 59).

▼ **Afb. 59** Voorbeelden van genetische modificatie.



Geiten maken medicijn

Het Amerikaanse bedrijf GTC Therapeutics heeft als eerste toestemming gekregen een nieuw geneesmiddel op de Europese markt te brengen. Het geneesmiddel Atryn wordt gehaald uit de melk van genetisch gemodificeerde geiten. Atryn vermindert na een operatie of bevalling het risico op bloedklontering bij patiënten met een zeldzame, erfelijke bloedziekte.



Meer sap uit vruchten

Het enzym pectinase wordt gebruikt bij de bereiding van vruchtensap. Dit enzym wordt geproduceerd door een genetisch gemodificeerde schimmel. Pectinase breekt een deel van de celwanden in vruchten af, waardoor een hogere sapopbrengst wordt verkregen.



Appelbomen zonder schurft

Wageningse onderzoekers hebben een gen uit gerst ingebracht in het genotype van appelbomen. Het gen uit gerst bevat de informatie voor de productie van een stof die bescherming biedt tegen schimmels. De genetisch gemodificeerde appelbomen zijn nu veel beter bestand tegen aantasting door schurft en er zijn minder bestrijdingsmiddelen nodig.



Stonewashed spijkerbroeken

Om spijkerbroeken een stonewashed uiterlijk te geven werden ze vroeger in een grote wasmachine gewassen met puimsteen. Dat kostte veel energie en was tijdrovend. Tegenwoordig gaat het een stuk goedkoper en sneller door behandeling met het enzym cellulase, geproduceerd door genetisch gemodificeerde bacteriën.

- ▼ **Afb. 60** Sommige voedingsmiddelen bevatten genetisch gemodificeerde mais.



Er zijn ook mensen die bezwaren hebben tegen genetische modificatie. Ze vinden bijvoorbeeld dat de mens niet het recht heeft de erfelijke eigenschappen van organismen naar eigen inzicht te veranderen. Of ze keuren het af dat door genetische modificatie naar willekeur allerlei nieuwe soorten organismen worden 'gemaakt'. Ook zijn ze bang dat organismen die genetisch zijn gemodificeerd in de natuur terechtkomen en daar schade veroorzaken.

KLONEN

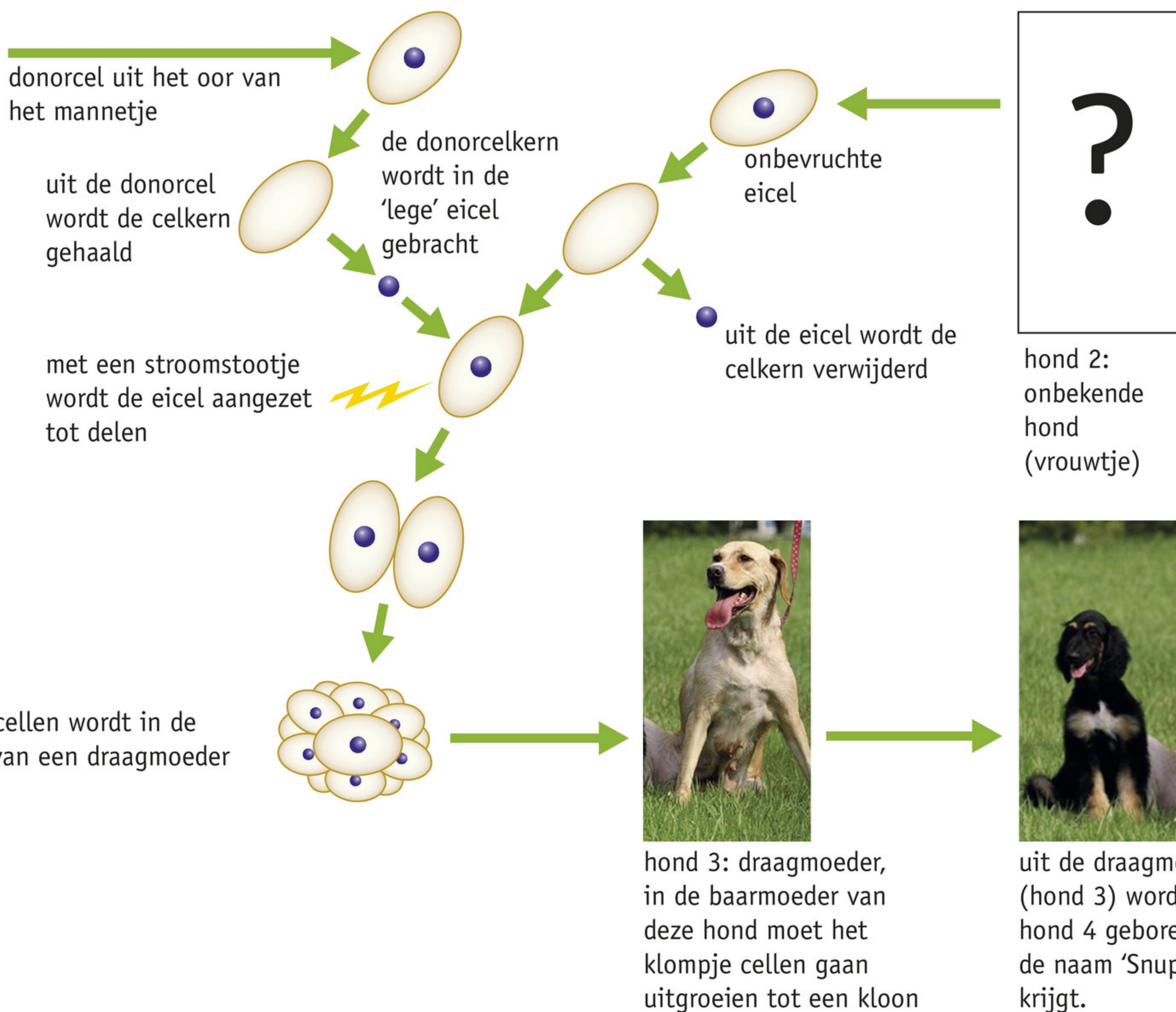
Klonen of **kloneren** is een kunstmatige wijze van reproductie van organismen waarbij alle nakomelingen hetzelfde genotype hebben als het organisme dat gekloond wordt. Klonen is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting. Bij planten is klonen al langer gebruikelijk dan bij dieren. Door planten te stekken of door planten te vermeerderen via bollen, knollen of wortelstokken ontstaan klonen van een plant.

Het klonen van dieren kan bijvoorbeeld door **celkerntransplantatie**. Daarbij wordt de celkern van een lichaamscel getransplanteerd naar een eicel waaruit van tevoren de kern is weggehaald. Uit de eicel ontstaat een klompje cellen, dat in de baarmoeder van een **draagmoeder** wordt ingebracht en kan uitgroeien tot een nakomeling (zie afbeelding 61). Het blijkt nog moeilijk via deze techniek klonen te maken.

- ▼ **Afb. 61**



hond 1:
Afghaanse
windhond
mannetje



GENOMICS

Genomics (Nederlands: genomica) is de studie van het gehele DNA van een organisme (of een groot deel ervan) met alle genen die daarop liggen. Genomics wordt bijvoorbeeld gebruikt in kankeronderzoek. In afbeelding 29 heb je gelezen dat Loes met microarray de genexpressie van veel genen tegelijkertijd bestudeert in gezond weefsel en in tumorweefsel. In de veeteelt wordt met behulp van genomics geselecteerd op gunstige genotypen van fokstieren (zie afbeelding 62).

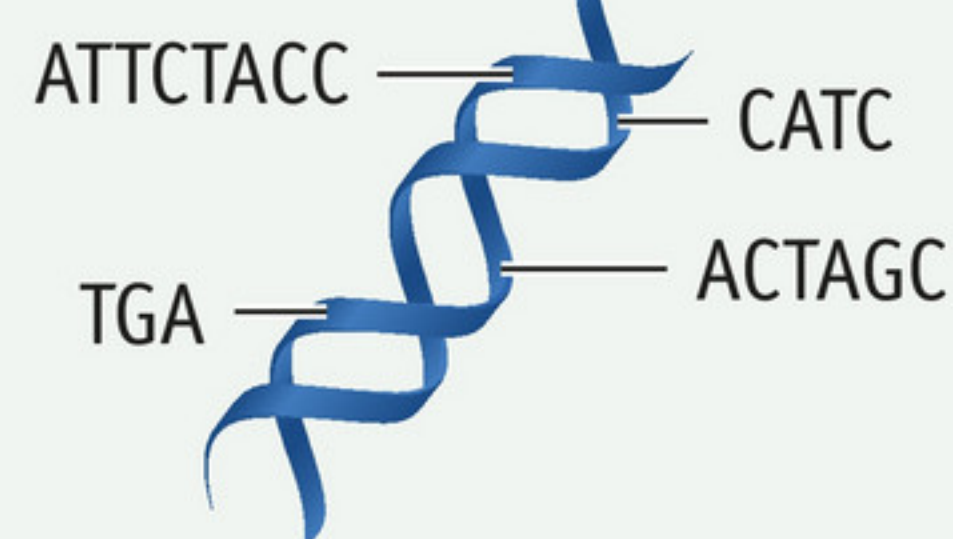
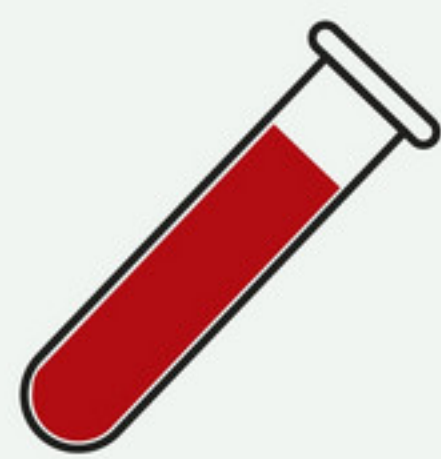
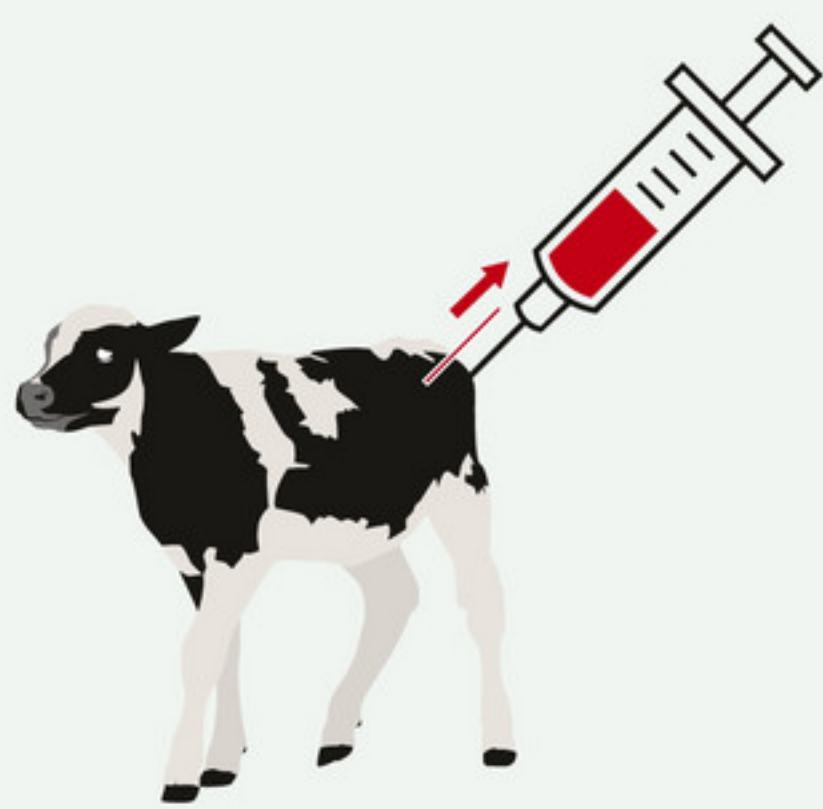
▼ Afb. 62

Genomicsselectie in de veeteelt

Tot voor kort kon pas na ruim vijf jaar bepaald worden of een stier een topstier was met goede eigenschappen bij het nageslacht. Op de oude manier kon immers pas na vijf jaar bij voldoende nakomelingen worden bepaald of ze ook echt die goede eigenschappen hadden, zoals een hoge melkopbrengst per jaar.

Met genomicsselectie bij fokstieren gaat dat een stuk sneller. Inmiddels is van heel veel allelen bepaald welke voorspellende waarde ze hebben bij het nageslacht. Een bepaald allel heeft bijvoorbeeld

een voorspellende waarde van twintig kg hogere melkopbrengst per jaar. Nu blijkt dat de melkopbrengst door heel veel genen wordt bepaald. Met DNA-testen kan snel bij heel veel stierkalven bepaald worden welke stier de beste combinatie van allelen heeft voor een hoge melkopbrengst bij het nageslacht. Deze genomics-topstier kan dan al op de leeftijd van twaalf maanden, als de stier geslachtsrijp is, ingezet worden als fokstier.



1 van een serie kalveren met verwacht gunstig genotype wordt bloed afgenomen

2 van elk kalf wordt de voorspellende waarde bij het nageslacht van een serie allelen bepaald door DNA-onderzoek

3 kalfjes met het meest gunstige genotype worden geselecteerd als fokstier met behulp van software

DNA-TESTEN

DNA-testen zijn steeds goedkoper, sneller en nauwkeuriger geworden. Daardoor spelen DNA-testen nu bijvoorbeeld een belangrijkere rol bij de misdaadbestrijding. Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA. Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloedsporen worden aangetroffen, kan het DNA uit de cellen hiervan worden onderzocht. In afbeelding 63 zie je hoe dat werkt. Op deze manier kan uit een groep verdachten de werkelijke dader worden ontmaskerd. DNA-testen kunnen op veel gebieden worden ingezet, bijvoorbeeld om fraude met vlees op te sporen (zie afbeelding 64). Bij DNA-testen kan genomics worden gebruikt.

Met DNA-testen kunnen ook erfelijke ziekten worden opgespoord. Verder kan door DNA-testen evolutionaire verwantschap tussen soorten worden aangetoond of een nieuwe soort ontdekt worden. In afbeelding 9 heb je gelezen dat met DNA-verwantschapsonderzoek onderzocht kan worden of een man de biologische vader is van een bepaald kind.

WB OPDRACHT 25 T/M 27 BLZ. 30

▼ Afb. 63

Discokiller loopt tegen de lamp dankzij DNA-test

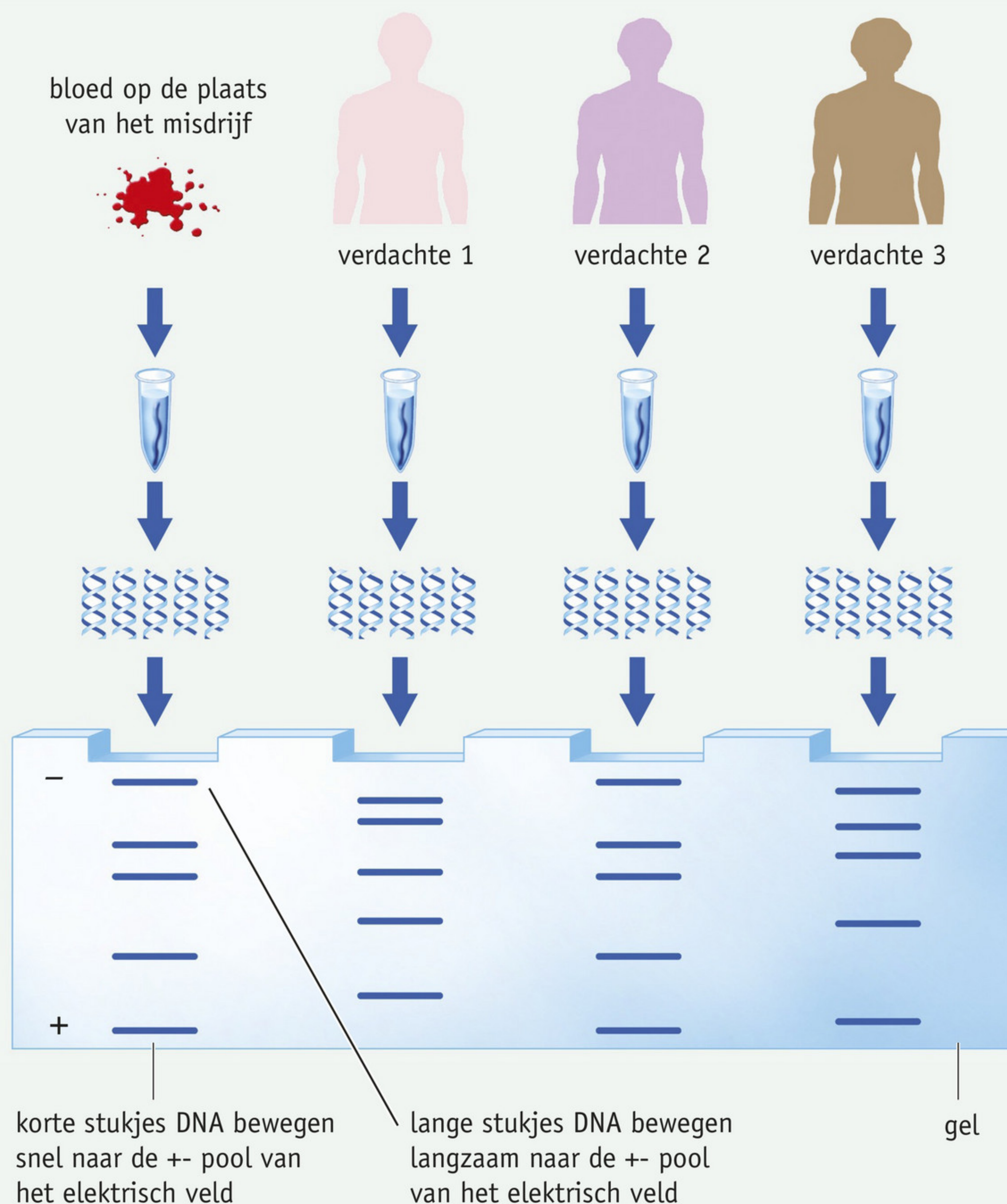
Tegen een 52-jarige man is levenslange gevangenisstraf geëist. Hij wordt verdacht van de moord op vijf vrouwen in de jaren tachtig. De verdachte kreeg de bijnaam 'discokiller' omdat hij slachtoffers oppikte die stonden te liften na een discobezoek. De man liep na achttien

jaar tegen de lamp door een DNA-test, die hij moest ondergaan na een inbraak. Het DNA van de 52-jarige man bleek overeen te komen met DNA-sporen die in de jaren tachtig waren gevonden op de plaats van de moorden.

DNA wordt uit lichaamscellen gehaald.

Het DNA wordt door enzymen in stukjes geknipt. Elk mens heeft zo een unieke verzameling korte en lange stukjes DNA.

De stukjes DNA worden in een gel met een elektrisch veld gebracht. Bij ieder mens ontstaat na een tijdje een uniek bandenpatroon.



▼ Afb. 64

Fraude met paardenvlees ontdekt door DNA-test

Met een DNA-test is het mogelijk de herkomst van vlees te achterhalen en zo eventuele fraude op te sporen. Bijvoorbeeld fraude waarbij goedkoper paardenvlees wordt verkocht als duurder rundvlees. De afbeelding toont de DNA-sequentie van de mens en dezelfde

DNA-sequentie bij vier dieren die veel gegeten worden. Een punt in de afbeelding geeft aan dat op die plaats dezelfde bouwsteen (C, G, A of T) zit als bij de mens. Deze DNA-sequentie kan gebruikt worden om de herkomst van vlees te achterhalen.

MENS	TTCGGCTCACTCCTTGGCGCCTGCCTGATCCTCCAAATCACCACAGGACTATTCCTAGCCATG
RUND	 T G . . AAT A A T C A . . A
VARKEN	 T A . . AT A . . T . G TA C . . G A . . A
PAARD	 A . . AAT A TTA C T A
KIP	 A . . A . GA . T C . . GAC T . . . C . . C . . C . A

10 Erfelijkheidsonderzoek

▼ **Afb. 65** Controle van de borsten.



▼ **Afb. 66** Onderzoek naar de aanwezigheid van een allel voor een erfelijke ziekte binnen een familie.



moeder
1e kind
2e kind
vader

Het dunne streepje links van de pen geeft de aanwezigheid van het allel aan.

Van veel erfelijke eigenschappen is precies bekend op welke chromosomen de genen voor deze eigenschappen liggen. Dit geldt ook voor bepaalde allelen die erfelijke ziekten veroorzaken. Een erfelijkheidsonderzoeker kan daardoor met behulp van speciale technieken aan de chromosomen van iemand zien of deze persoon het allel bezit voor zo'n erfelijke ziekte.

Bij een vrouw kan bijvoorbeeld op een van de chromosomen een allel liggen dat een erfelijke vorm van borstkanker veroorzaakt. 'Die vrouw heeft dan een kans van 80 tot 90% om borst- of eierstokkanker te krijgen. Veel vrouwen bij wie dit allel is ontdekt, kiezen ervoor hun borsten te laten **amputeren** (weghalen). Zo kunnen ze borstkanker voorkomen. Andere vrouwen kiezen ervoor hun borsten regelmatig grondig te laten controleren (zie afbeelding 65). Een beginnend gezwel kan dan sneller worden ontdekt. Overigens zijn de meeste vormen van borstkanker niet erfelijk.

GENETISCH ADVIES

Als bij iemand een allel voor een erfelijke ziekte wordt ontdekt, hoeft hij de ziekte zelf niet te hebben. Hij is dan **drager** van dit allel. Het allel kan bijvoorbeeld recessief zijn (a). Een drager met genotype Aa is zelf niet ziek, maar kan dit allel wel doorgeven aan zijn kinderen.

Iemand bij wie in de familie een erfelijke ziekte voorkomt, heeft kans dat hij drager is van het allel dat deze ziekte veroorzaakt. Hij behoort dan tot een **risicogroep**. Als zijn partner ook drager is, is de kans aanwezig dat een of meer kinderen de erfelijke ziekte krijgen. Daarom doen mensen die behoren tot een risicogroep er verstandig aan een **genetisch advies** in te winnen. Een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt dan hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking (zie afbeelding 66). De man en vrouw kunnen aan de hand van het genetisch advies beslissen over een eventuele zwangerschap. Ook als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad is het verstandig een genetisch advies in te winnen.

WB OPDRACHT 28 BLZ. 32

PRENATAAL ONDERZOEK

Ook bij embryo's en foetussen wordt erfelijkheidsonderzoek verricht. Dit wordt gedaan om al voor de geboorte van een kind eventuele ziekten of afwijkingen vast te stellen. Dit onderzoek kan onder andere plaatsvinden door echoscopie, door een vlokentest of door een vruchtwaterpunctie. Deze vormen van onderzoek worden **prenataal onderzoek** genoemd. Prenataal betekent vóór de geboorte.

Bij **echoscopie** worden de groei en de ligging van het embryo of de foetus gecontroleerd met behulp van een **echoscoop** (zie afbeelding 67.1). Dit apparaat zendt heel hoge geluidstrillingen uit die door weefsels en organen in verschillende mate worden teruggekaatst. De teruggekaatste trillingen worden zichtbaar gemaakt op een scherm (zie afbeelding 67.2). Eventuele afwijkingen in de embryonale ontwikkeling kunnen zo worden opgespoord. Echoscopie kan al vanaf de zesde week van de zwangerschap worden toegepast. Pas als de voortplantingsorganen tot ontwikkeling zijn gekomen, kan worden vastgesteld of de foetus een jongetje of

▼ Afb. 67 Echoscopie.



1 een echo maken



2 2D-echo

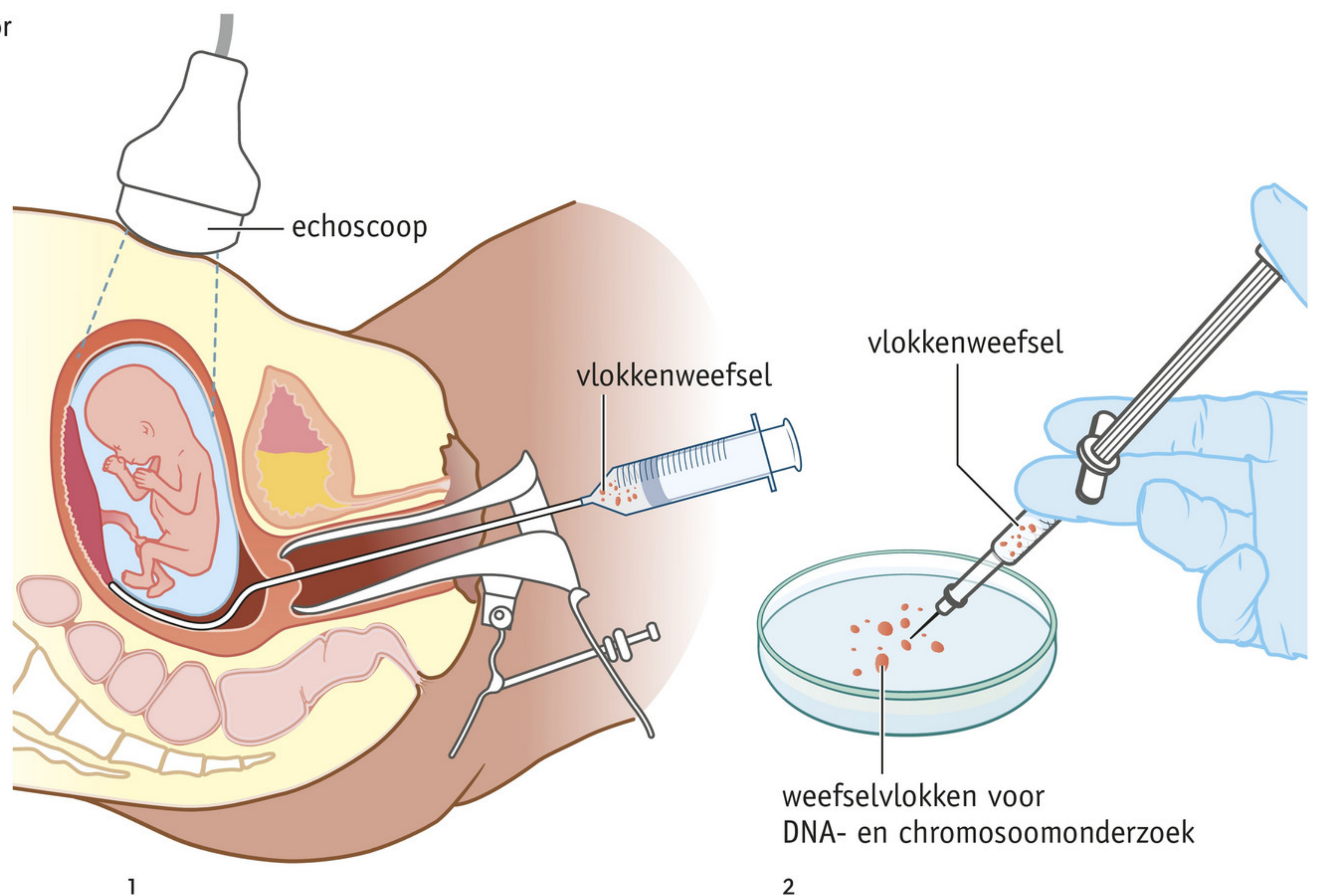


3 3D-echo

een meisje is. Het is ook mogelijk een 3D-echoscopie of een video van de foetus te maken (zie afbeelding 67.3).

Vanaf de achtste week van de zwangerschap kan een **vlokkentest** worden gedaan. Bij dit onderzoek wordt een klein beetje weefsel uit de placenta gehaald (zie afbeelding 68). Dit weefsel bevat cellen die afkomstig zijn van het embryo. Door de chromosomen in deze cellen te bestuderen kunnen eventuele afwijkingen in de chromosomen worden opgespoord. Er vindt ook DNA-onderzoek plaats.

► Afb. 68 Erfelijkheidsonderzoek door een vlokkentest.



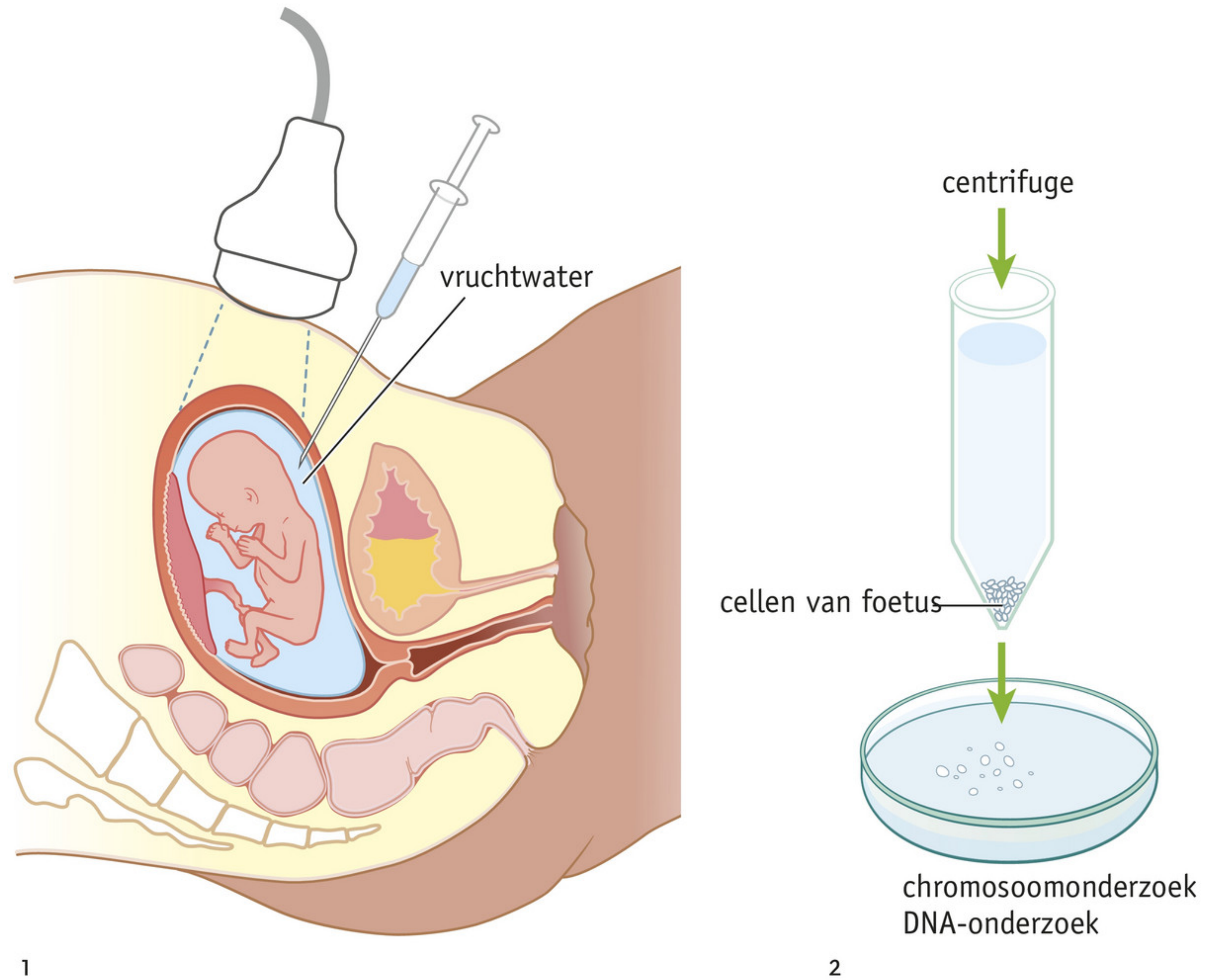
▼ Afb. 69 Meisje met syndroom van Down.



Een voorbeeld van zo'n afwijking is het **syndroom van Down** (zie afbeelding 69). In verrijksstof 3 leer je meer over deze chromosoomafwijking. Bij een vlokkentest kan aan de hand van de chromosomen ook worden vastgesteld of het embryo een jongetje of een meisje wordt. Dit is al mogelijk voordat de voortplantingsorganen tot ontwikkeling komen.

Bij een **vruchtwaterpunctie** wordt via de buikwand en de wand van de baarmoeder wat vruchtwater opgezogen (zie afbeelding 70). In dit vruchtwater bevinden zich cellen van de foetus. Deze cellen worden gebruikt voor chromosoomonderzoek en DNA-onderzoek. Vruchtwaterpunctie kan worden uitgevoerd vanaf de zestiende week van de zwangerschap.

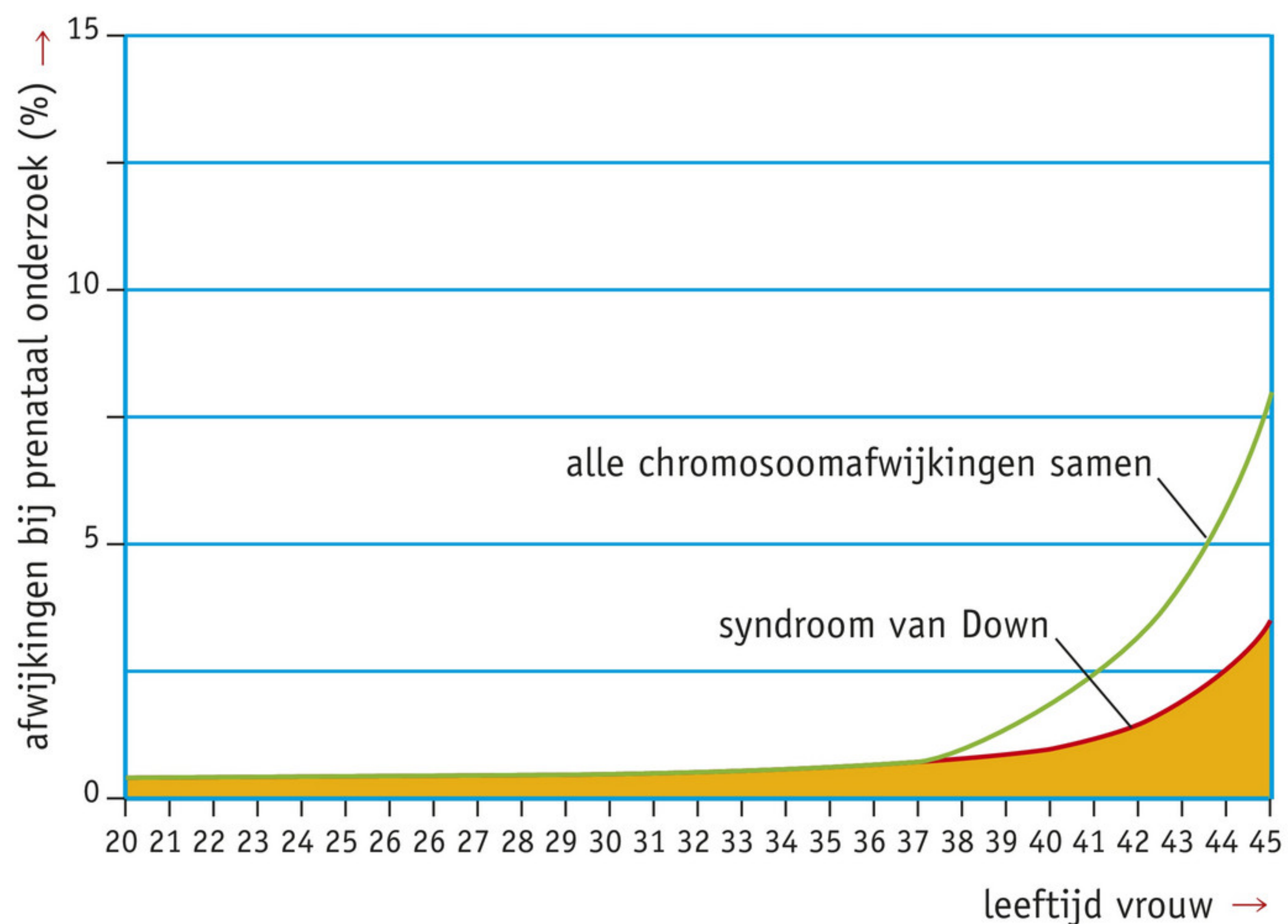
- **Afb. 70** Erfelijkheidsonderzoek door een vruchtwaterpunctie.



Het uitvoeren van een vlokkentest of vruchtwaterpunctie is niet helemaal zonder gevaar. Zo'n onderzoek maakt de kans op een miskraam iets groter. Daarom wordt zo'n onderzoek alleen uitgevoerd als er een verhoogd risico bestaat dat een kind wordt geboren met een ernstige ziekte of afwijking. Van een verhoogd risico is sprake als de vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad of als er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt. Ook als een vrouw 36 jaar of ouder is, is er een verhoogde kans op het krijgen van een kind met een afwijking (zie afbeelding 71). Soms blijkt dat het ongeborn kind een ernstige ziekte of afwijking heeft. De ouders kunnen dan in overleg met de arts en andere hulpverleners beslissen of ze een **abortus** willen laten uitvoeren.

WB OPDRACHT 29 BLZ. 32

- **Afb. 71** Hoe ouder de moeder is, hoe groter de kans is op een kind met een afwijking.



11 Kruisingen

In de erfelijkheidsleer worden vaak **kruisingen** uitgevoerd om de overerving van eigenschappen te bestuderen. Bij een kruising planten twee organismen die in een of meer eigenschappen van elkaar verschillen zich geslachtelijk voort. In deze extra basisstof leer je over kruisingen waarbij wordt gelet op de overerving van één erfelijke eigenschap. Bij zo'n kruising is slechts één allelenpaar betrokken.

Veel kruisingen beginnen met ouders waarvan de een homozygoot dominant en de ander homozygoot recessief is voor een bepaalde eigenschap. We geven deze ouders aan met de letter P (van het Latijnse *parentes* = ouders). De nakomelingen worden aangegeven met F_1 (van het Latijnse *filii* = kinderen). Bij veel kruisingen planten de individuen in de F_1 zich onderling voort. Hieruit ontstaat een tweede generatie nakomelingen, die wordt aangegeven met F_2 .

EEN KRUISING

Bij labradors is het allel voor zwarte vachtkleur (A) dominant over het allel voor gele vachtkleur (a). Een zwartharig vrouwtje dat homozygoot is voor de vachtkleur, paart een aantal malen met een geelharig mannetje. De dieren in de F_1 planten zich onderling voort. Welke vachtkleur kunnen de labradors in de F_2 hebben? Hoe groot is de kans voor elke vachtkleur?

Dit kruisingsvraagstuk kun je in stappen oplossen.

Stap 1

Wat zijn de genotypen van de dieren die onderling worden gekruist?

De ouders (P) worden onderling gekruist. Het vrouwtje is homozygoot zwartharig. Het genotype van het vrouwtje is dus AA. Het mannetje is geelharig. Het allel voor gele vachtkleur is recessief. Het genotype van het mannetje is dus aa. De kruising is dan: AA × aa.

Stap 2

Welke allelen kunnen de geslachtscellen van beide ouders bevatten?

In geslachtscellen komt van elk allelenpaar één allel voor.

Het genotype van het vrouwtje is AA. Elke eicel die het vrouwtje produceert, bevat het allel A.

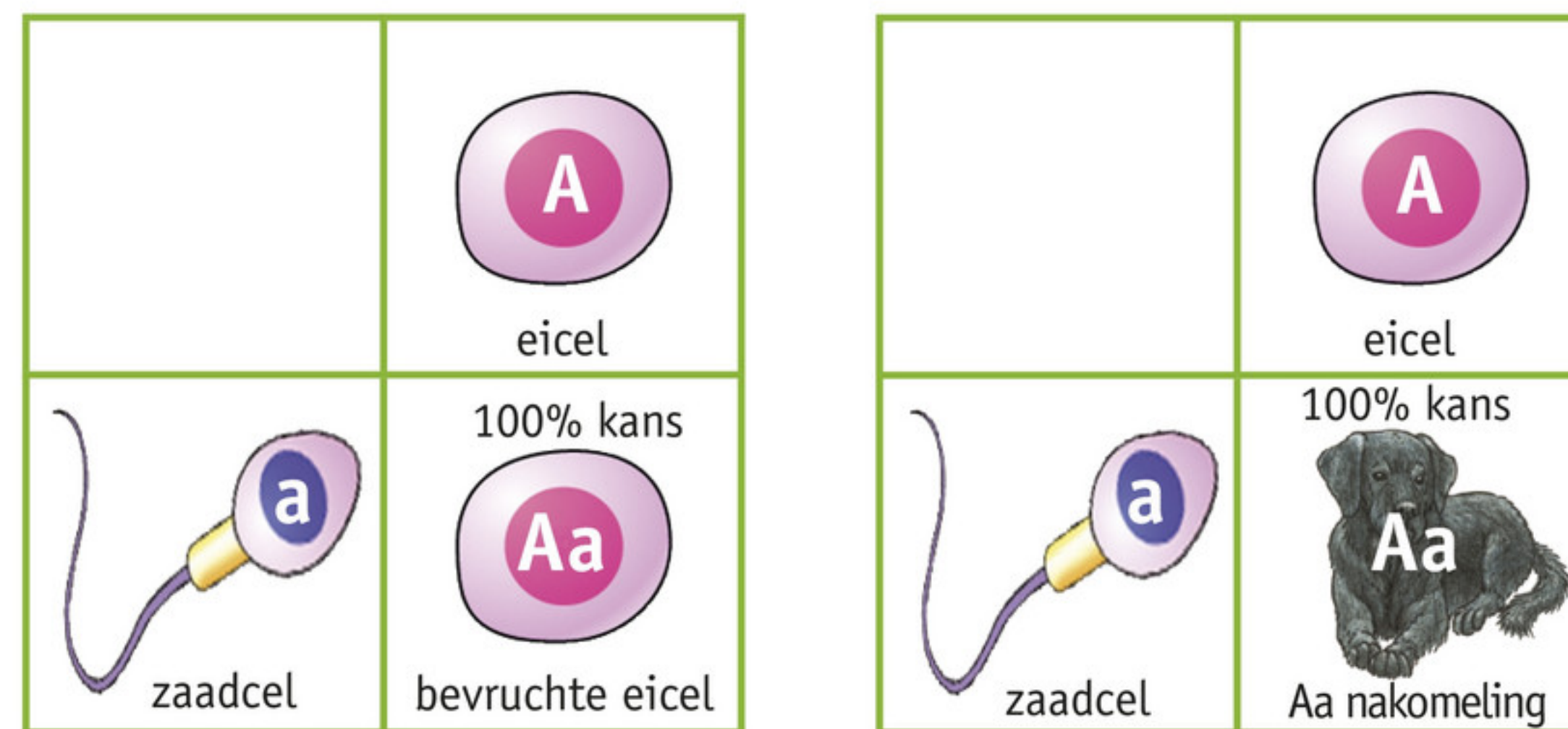
Het genotype van het mannetje is aa. Elke zaadcel die het mannetje produceert, bevat het allel a.

Stap 3

Welke mogelijkheden bestaan er voor de versmelting van een eicelkern met een zaadcelkern?

Bij bevruchting versmelt de kern van een eicel (met allel A) met de kern van een zaadcel (met allel a). Het genotype van de bevruchte eicel is dan Aa. De nakomeling die zich uit deze bevruchte eicel ontwikkelt, heeft als genotype Aa (zie afbeelding 72.1). Deze nakomeling is zwartharig (zie afbeelding 72.2). Andere mogelijkheden voor de versmelting van een eicelkern met een zaadcelkern zijn er bij deze kruising niet. Alle dieren in de F_1 zijn heterozygoot zwartharig (Aa).

► **Afb. 72** Genotype en fenotype van de F_1 .

1 genotype van de F_1 2 genotype en fenotype van de F_1

De individuen in de F_1 planten zich onderling voort. Herhaal dan de stappen 1, 2 en 3 van de kruising van de ouderdieren (P).

Stap 1

Wat zijn de genotypen van de dieren die onderling worden gekruist?

De genotypen van de F_1 die onderling worden gekruist zijn nu $Aa \times Aa$.

Stap 2

Welke allelen kunnen de geslachtscellen van beide ouders (F_1) bevatten?

Nu zijn er twee mogelijkheden voor de geslachtscellen van elk individu.

Bij het mannetje van de F_1 kunnen de zaadcellen A of a bevatten.

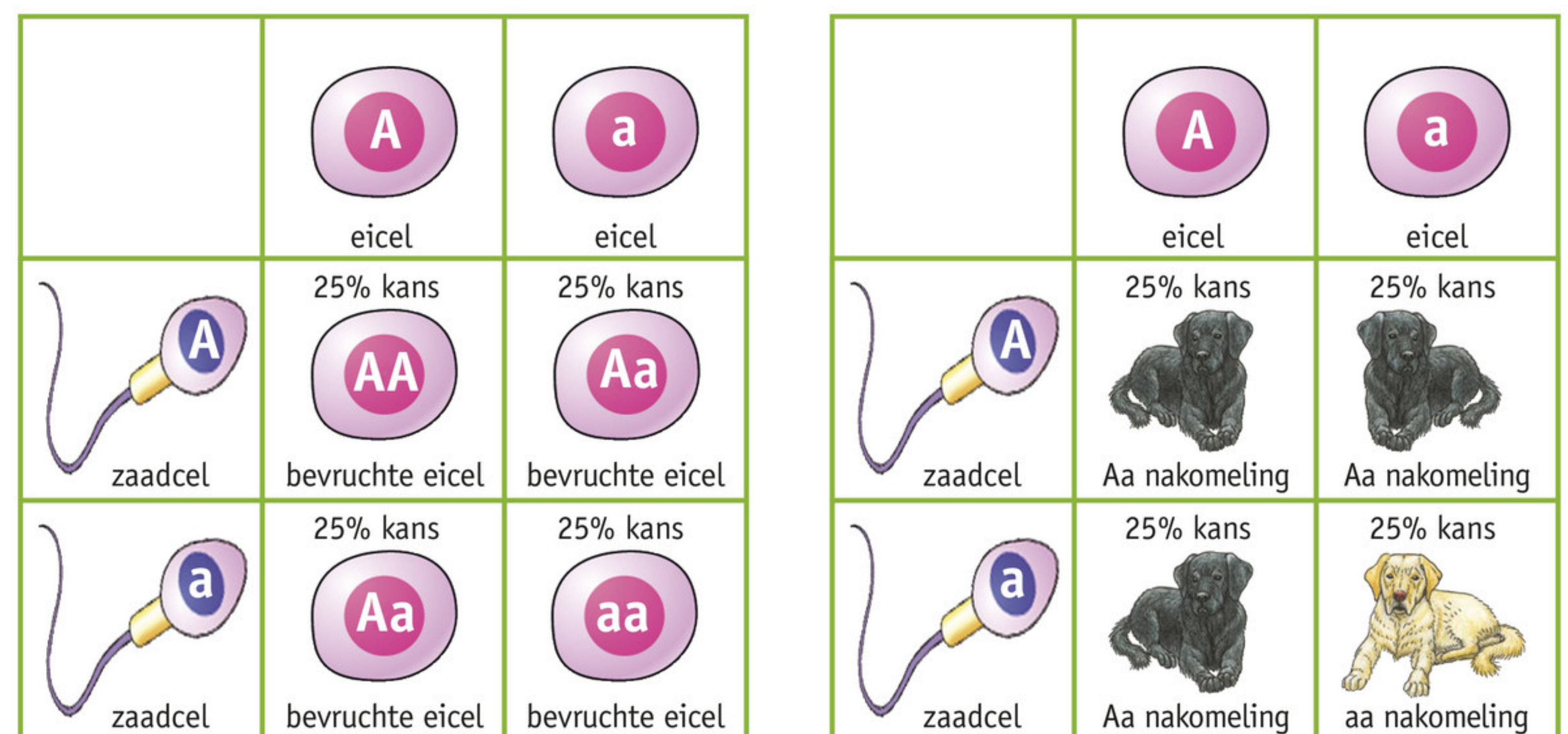
Bij het vrouwtje van de F_1 kunnen de eicellen A of a bevatten.

Stap 3

Welke mogelijkheden bestaan er voor de versmelting van een eicelkern met een zaadcelkern?

In de schema's van afbeelding 73 zie je welke mogelijkheden er nu zijn bij de bevruchte eicellen en bij de nakomelingen in de F_2 .

► **Afb. 73** Genotypen en fenotypen van de F_2 .

1 genotypen van de F_2 2 fenotypen van de F_2

Je ziet dat er bij de F_2 vier mogelijkheden zijn voor de samensmelting van een eicelkern met een zaadcelkern. Elke mogelijkheid heeft een even grote kans om voor te komen. De kans voor elke mogelijkheid is een vierde of 25%.

KRUISINGSSHEMA

Het complete kruisingsschema wordt nu:

P	AA	×	aa									
geslachtscellen	A		a									
F ₁	Aa											
	Aa	×	Aa									
geslachtscellen	A of a		A of a									
F ₂	<table><tr><td></td><td>A</td><td>a</td></tr><tr><td>A</td><td>AA</td><td>Aa</td></tr><tr><td>a</td><td>Aa</td><td>aa</td></tr></table>				A	a	A	AA	Aa	a	Aa	aa
	A	a										
A	AA	Aa										
a	Aa	aa										

Met een kruisingsschema kun je nu bijvoorbeeld ook berekenen hoe groot is de kans dat een kind van twee ouders een ernstige ziekte krijgt (zie afbeelding 74).

WB OPDRACHT 30 T/M 32 BLZ. 33

▼ Afb. 74

Spierziekte

Bij Guus en Maaïke komt in beide families SMA voor. SMA is een ongeneeslijke ziekte die bewegingszenuwcellen in het ruggenmerg doet afsterven, waardoor spieren minder goed kunnen functioneren. De spierziekte SMA is erfelijk en wordt veroorzaakt door een recessief allel (r). Iemand die heterozygoot is voor deze ziekte heeft de ziekte niet, maar is wel drager van het SMA-allel. Uit DNA-onderzoek bleek dat Guus en Maaïke beiden drager zijn van het SMA-allel. Ze willen graag kinderen, maar willen eerst weten hoe groot de kans is dat hun kind SMA zal krijgen.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet de kenmerken van chromosomen kunnen noemen.

- Chromosomen zijn dunne 'draden' in elke celkern.
 - In deze draden komt de stof DNA voor.
 - DNA bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen.
 - Elke celkern bevat de complete informatie voor alle erfelijke eigenschappen van een organisme.
- Elke soort organisme heeft een vast aantal chromosomen in elke celkern.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 46 chromosomen.
- In lichaamscellen komen de chromosomen in paren voor.
 - De twee chromosomen van een paar zijn aan elkaar gelijk.
 - Bij een mens bevat de kern van elke lichaamscel 23 paren chromosomen.
- Mitose: (gewone) celdeling van lichaamscellen.
 - In zowel de moedercel als de dochtercellen komen de chromosomen in paren voor.
- Meiose: celdeling waarbij uit een lichaamscel (moedercel) geslachtscellen (dochtercellen) ontstaan.
 - Het aantal chromosomen per celkern wordt in de geslachtscellen (eicellen en zaadcellen) verminderd tot de helft.
 - In geslachtscellen komen de chromosomen enkelvoudig voor.
 - Bij een mens bevat de kern van elke geslachtscel 23 chromosomen.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen omschrijven wat genotype, fenotype, gen en genexpressie zijn.

- Genotype: de informatie voor de erfelijke eigenschappen van een organisme.
 - Deze informatie ligt in de chromosomen in de kern van elke lichaamscel.
 - Alle genen in een celkern samen vormen het genotype.
 - Het genotype van een organisme komt tot stand op het moment van bevruchting.
- Fenotype: het uiterlijk (de zichtbare eigenschappen) van een organisme.
 - Het fenotype komt tot stand door het genotype en door invloeden uit het milieu.
- Gen: een deel van een chromosoom dat de informatie bevat voor één erfelijke eigenschap.

- DNA-sequentie van een gen: de bouwstenen van het DNA (A, C, G, T) staan achter elkaar in specifieke volgorde.
- Hierdoor ontstaat een code met de informatie voor het maken van een specifiek eiwit.
- Door eiwitten wordt het fenotype zichtbaar. Door spiereiwitten worden bijvoorbeeld eigenschappen van spieren zichtbaar in het fenotype.
- Genexpressie: het gen komt tot uiting (het gen staat aan). Genen kunnen ook uit staan.
 - Genexpressie hangt samen met de functie van een cel.
 - In levercellen bijvoorbeeld staan de genen voor galproductie aan. In hoofdhuidcellen staan deze genen uit.

DOELSTELLING 3

Je moet de kenmerken van geslachtelijke voortplanting kunnen noemen.

- In lichaamscellen bevatten de twee allelen van een allelenpaar (gen) informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
 - Deze informatie kan gelijk of ongelijk zijn.
 - Bijvoorbeeld: het allelenpaar voor de haarvorm kan informatie bevatten voor steil haar en/of voor krullend haar.
- Bij de vorming van geslachtscellen komt van elk allelenpaar één allel in een geslachtscel terecht.
 - Hierdoor komen bij geslachtscellen veel verschillende genotypen voor.
- Bij geslachtelijke voortplanting versmelten twee geslachtscellen.
 - Welk genotype deze geslachtscellen hebben, is afhankelijk van het toeval.
 - Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan nieuwe genotypen in de nakomelingen (variatie in genotypen).

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen omschrijven wat homozygoot, heterozygoot, dominant en recessief betekent.

- Homozygoot: het allelenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee gelijke allelen.
- Heterozygoot: het allelenpaar voor een eigenschap bestaat uit twee ongelijke allelen.
- Dominant allel: een allel dat altijd tot uiting komt in het fenotype (als het gen tot expressie komt).
 - Een dominant allel wordt aangegeven met een hoofdletter.
 - Organismen waarbij een dominant allel tot uiting komt in het fenotype kunnen homozygoot of heterozygoot zijn voor deze eigenschap.

- Recessief allel: een allel dat alleen tot uiting komt in het fenotype als er geen dominant allel aanwezig is.
 - Een recessief allel wordt aangegeven met een kleine letter.
 - Organismen waarbij een recessief allel tot uiting komt in het fenotype zijn homozygoot voor deze eigenschap.

DOELSTELLING 5

Je moet kunnen beschrijven hoe een twee-eiige tweeling en hoe een eeneiige tweeling ontstaat.

- Een twee-eiige tweeling ontstaat als twee eicellen worden bevrucht.
 - Bij de bevruchting zijn twee zaadcellen betrokken.
 - Een twee-eiige tweeling kan van hetzelfde geslacht zijn, maar kan ook van verschillend geslacht zijn.
- Een eeneiige tweeling ontstaat uit één bevruchte eicel.
 - Bij de bevruchting is één zaadcel betrokken.
 - Tijdens de eerste delingen van de bevruchte eicel laten cellen van elkaar los.
 - Een eeneiige tweeling is altijd van hetzelfde geslacht.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen omschrijven wat een mutatie is. Ook moet je kunnen beschrijven hoe kanker ontstaat.

- Mutatie: een plotselinge verandering van het genotype.
 - Mutant: een organisme waarbij een mutatie in het fenotype zichtbaar is.
 - Door mutaties ontstaat variatie in genotypen.
- Als een mutatie optreedt in een lichaamscel heeft dit meestal geen gevolgen.
 - Het genotype van de andere lichaamscellen blijft ongewijzigd.
- Als een mutatie optreedt in een geslachtscel kan dit wel een grote uitwerking hebben.
 - Deze geslachtscel is betrokken bij bevruchting. Elke lichaamscel van de nakomeling bevat dan het gemuteerde gen.
- Mutaties komen vaker voor bij blootstelling aan mutagene invloeden:
 - straling (bijv. radioactieve straling, röntgenstraling of ultraviolette straling in zonlicht);
 - bepaalde chemische stoffen (bijv. stoffen in sigarettenrook, asbest).
- Ontstaan van kanker: ergens in het lichaam gaat een cel zich ongeremd delen.
 - Oorzaak: waarschijnlijk door opgetreden mutaties in deze cel.
 - Er ontstaat een gezwell (tumor) en de bouw van het weefsel wordt verstoord.
 - In dit stadium is genezing vaak nog mogelijk.

- Uitzaaïing: cellen van het eerste gezwell komen in het bloed of in de lymfe terecht.
 - Deze cellen veroorzaken in andere organen nieuwe gezwellen.
 - Door uitzaaïing wordt genezing heel moeilijk.

DOELSTELLING 7

Je moet kunnen beschrijven wat de evolutietheorie inhoudt.

- Evolutie is de ontwikkeling van het leven op aarde, waarbij soorten ontstaan, veranderen en/of verdwijnen.
 - De evolutietheorie gaat uit van variatie in genotypen, natuurlijke selectie en het ontstaan van nieuwe soorten.
- In de natuur treffen we voortdurend nieuwe genotypen (en fenotypen) aan.
 - Variatie in genotypen ontstaat door geslachtelijke voortplanting en mutaties.
- Natuurlijke selectie.
 - Individuen met een betere aanpassing aan het milieu hebben een grotere overlevingskans.
 - Van organismen met een gunstig genotype zullen veel nakomelingen in leven blijven en zich voortplanten.
 - Soorten veranderen als door natuurlijke selectie organismen met een nieuwe, afwijkende vorm blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
- Het ontstaan van nieuwe soorten.
 - Een groep organismen van één soort raakt geïsoleerd (gescheiden) van de rest van de soort.
 - Beide groepen ontwikkelen zich langdurig gescheiden in verschillende milieus.
 - Na verloop van miljoenen jaren zijn er zoveel verschillen ontstaan dat organismen van de twee groepen zich niet meer onderling kunnen voortplanten. Er zijn twee soorten ontstaan.

DOELSTELLING 8

Je moet kunnen omschrijven wat fossielen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Fossielen: versteende overblijfselen van organismen of afdrukken van organismen in gesteenten.
 - Fossielen ontstaan als resten van organismen van de lucht worden afgesloten door een laag zand of klei. Hierdoor vergaan de resten niet.
 - Harde delen van organismen fossiliseren beter dan zachte delen.
 - Uit fossielen van delen van organismen wordt soms een reconstructie gemaakt van het hele organisme.
 - Uit gevonden fossielen blijkt dat in de loop van de evolutie soorten zijn ontstaan, veranderd en/of verdwenen.

DOELSTELLING 9

Je moet kunnen omschrijven wat overeenkomsten bij verschillende soorten organismen hebben bijgedragen aan de evolutietheorie.

- Overeenkomst in DNA, eiwit en fenotype
 - Hoe meer DNA, eiwit en fenotype van twee soorten overeenkomen, hoe aannemelijker het is dat deze soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.
 - Door aanpassing aan het milieu zijn de verschillen in genotypen en fenotypen ontstaan.
- Overeenkomst in fenotypen.
 - Overeenkomst in bouw. Organen met verschillende functie kunnen veel overeenkomst in bouw vertonen. Voorbeelden: de vleugel van een vleermuis, de voorvin van een walvis, de voorpoot van een mol en de arm van een mens.
 - Overeenkomst in embryonale ontwikkeling. De embryonale ontwikkeling van verschillende soorten dieren vertoont overeenkomst.
 - Overeenkomst in processen (bijv. celdeling).
- Rudimentaire organen: organen die geen functie meer hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen. Voorbeelden van rudimenten: het bekken bij een walvis, de pootresten bij een reuzenslang, de staartwervels en de blindedarm bij de mens. Bij verwante soorten komen deze organen wel tot volledige ontwikkeling.

DOELSTELLING 10

Je moet een geologische tijdschaal kunnen aflezen.

- In een geologische tijdschaal is de tijd sinds het ontstaan van de aarde weergegeven.
 - Een geologische tijdschaal is verdeeld in tijdperken.
 - Elk tijdperk is onderverdeeld in perioden.
- In een geologische tijdschaal geven getallen de tijd aan in miljoenen jaren geleden.

DOELSTELLING 11

Je moet een stamboom van organismen kunnen aflezen.

- Soorten vertonen verwantschap als ze een gemeenschappelijke voorouder bezitten.
 - Hoe langer geleden de gemeenschappelijke voorouder van twee soorten leefde, hoe minder ze verwant zijn.
- Uit een stamboom van organismen is af te lezen:
 - waaruit groepen organismen zich hebben ontwikkeld;
 - welke groepen veel en welke weinig verwantschap vertonen.

DOELSTELLING 12

Je moet voorbeelden van toepassingen van biotechnologie kunnen noemen.

- Biotechnologie: een verzamelnaam voor technieken waarbij organismen worden gebruikt om producten te vervaardigen voor de mens.
 - Biotechnologie wordt toegepast bij de productie van voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen en enzymen.
- Voorbeelden van biotechnologie waarbij de erfelijke eigenschappen van organismen niet worden veranderd:
 - gisten worden gebruikt bij de productie van brood, bier en wijn;
 - bacteriën worden gebruikt bij de productie van yoghurt en zuurkool.
- Genetische modificatie: de mens verandert de erfelijke eigenschappen van andere soorten organismen.
- Recombinant-DNA-technieken: in het DNA van een organisme wordt nieuwe erfelijke informatie aangebracht (bijvoorbeeld DNA afkomstig van een ander soort organisme).
 - De veranderde organismen kunnen voor de mens nieuwe of goedkopere voedingsmiddelen, geneesmiddelen, hormonen of enzymen produceren.
 - Voorbeeld: bacteriën kunnen het hormoon insuline produceren, nadat het gen van de mens voor de productie van insuline is ingebracht in de bacteriën.
- Klonen: een kunstmatige wijze van reproductie van organismen waarbij de nakomelingen alle hetzelfde genotype hebben als het organisme dat gekloond wordt.
 - Klonen is een vorm van ongeslachtelijke voortplanting.
 - Klonen van dieren is mogelijk door bijvoorbeeld celkerntransplantatie.
 - Celkerntransplantatie: de celkern van een lichaamscel wordt getransplanteerd naar een eikel waaruit van tevoren de kern is weggehaald. Uit de eikel ontstaat een klompje cellen, dat in de baarmoeder van een draagmoeder wordt ingebracht en kan uitgroeien tot een nakomeling.
- Genomics: de studie van het gehele DNA van een organisme (of een groot deel ervan) met alle genen die daarop liggen.
 - In de veeteelt worden fokstierkalfjes met een gunstig genotype geselecteerd die dan direct op geslachtsrijpe leeftijd ingezet kunnen worden als fokstier.
- Misdaadbestrijding door DNA-onderzoek.
 - Ieder mens heeft zijn eigen, unieke DNA.

- Als op de plaats van een misdrijf huidschilfers, haren, sperma of bloed worden aangetroffen, wordt het DNA hieruit onderzocht.
- Dit DNA wordt vergeleken met het DNA van verdachte personen.

EXTRA DOELSTELLING 13

Je moet voorbeelden kunnen geven waarin het verstandig is een genetisch advies in te winnen. Ook moet je methoden van prenataal onderzoek kunnen beschrijven.

- Genetisch advies: een erfelijkheidsonderzoeker onderzoekt hoe groot de kans is dat er kinderen worden geboren met een erfelijke ziekte of afwijking.
 - Man en vrouw kunnen daarna beslissen over een eventuele zwangerschap.
- Een genetisch advies is verstandig voor iemand die tot een risicogroep behoort. Bijvoorbeeld als:
 - er een erfelijke ziekte in de familie voorkomt;
 - een vrouw al enkele malen een miskraam heeft gehad.
- Prenataal onderzoek: voor de geboorte wordt onderzocht of een kind een ziekte of afwijking heeft.
 - Echoscopie: door middel van geluidsgolven wordt het embryo zichtbaar gemaakt op een scherm.
 - Vlokkentest: er wordt wat weefsel uit de placenta gehaald. De chromosomen en het DNA van cellen van het embryo worden onderzocht.
 - Vruchtwaterpunctie: er wordt wat vruchtwater met cellen van de foetus uit de baarmoeder gehaald. Hiervan worden de chromosomen en het DNA onderzocht.
- Bij een ernstige ziekte of afwijking kunnen de ouders abortus overwegen.

EXTRA DOELSTELLING 14

Je moet een kruisingsschema kunnen opstellen en de kans op een bepaald genotype bij de nakomelingen van een kruising kunnen afleiden.

- In een kruisingsschema worden de generaties aangegeven met letters.
 - P: de ouders;
 - F₁: de eerste generatie nakomelingen;
 - F₂: de generatie nakomelingen die ontstaat door onderling voortplanten van F₁-individen.
- Het opstellen van een kruisingsschema.
 - Geef de genotypen van de ouders in een kruising weer.
 - Stel vast welke allelen de geslachtscellen van beide ouders kunnen bevatten.
 - Ga na welke mogelijkheden er bestaan voor de versmelting van een eicelkern en een zaadcelkern.

- Kruisingsschema van een kruising (bij dominante en recessieve allelen):

- P AA × aa
- geslachtscellen A a
- F₁ Aa (100% kans op dit genotype)
- Aa × Aa
- geslachtscellen A of a A of a
- F₂

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

- kans op AA is 25%, op Aa is 50% en op aa is 25%

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het schematisch weergeven van chromosomen en allelen in een cel.
- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit krantenartikelen.
- Je hebt geoefend in het trekken van een conclusie uit een natuurwetenschappelijk onderzoek.
- Je hebt geoefend in het beargumenteren van je mening bij het schrijven van een betoog.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het schematisch weergeven van chromosomen en allelen in een cel.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een moleculair bioloog. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Welke stof in een celkern bevat de informatie voor erfelijke eigenschappen?
- 2 Hoeveel chromosomen bevat een levercel van een mens?
- 3 Hoeveel chromosomen bevat een eikel van een mens?

De vragen 4 en 5 gaan over de miereneter van afbeelding 75. Het aantal chromosomen per celkern is niet bekend van dit dier.

- 4 Een cel van de miereneter is ontstaan door meiose. Is het mogelijk dat deze cel 27 chromosomen bevat?
- 5 Een cel van de miereneter is ontstaan door mitose. Is het mogelijk dat deze cel 27 chromosomen bevat?

▼ Afb. 75



DOELSTELLING 2

Beantwoord de volgende vragen.

Bij de mens bevat een bepaald gen de informatie voor het produceren van een enzym in speeksel.

- 1 Bevat een cel in je lever dit gen?
- 2 Vindt genexpressie van dit gen plaats in je maag?

Vraag 3 en 4 gaan over het dier van afbeelding 76.

- 3 Hebben de larve en het volwassen dier hetzelfde fenotype?
- 4 Hebben de larve en het volwassen dier hetzelfde genotype?

▼ Afb. 76 Hetzelfde individu op twee momenten.



- 1 larve van het lieveheersbeestje
- 2 dezelfde larve heeft nu het volwassen stadium bereikt

- 5 Bij mensen is de kleur van de iris een erfelijke eigenschap (zie afbeelding 77). Bij sommige mensen is de kleur van de iris bruin. De bruine kleur wordt veroorzaakt door het eiwit melanine.

Leg met dit voorbeeld uit dat door genexpressie het fenotype zichtbaar wordt.

▼ Afb. 77



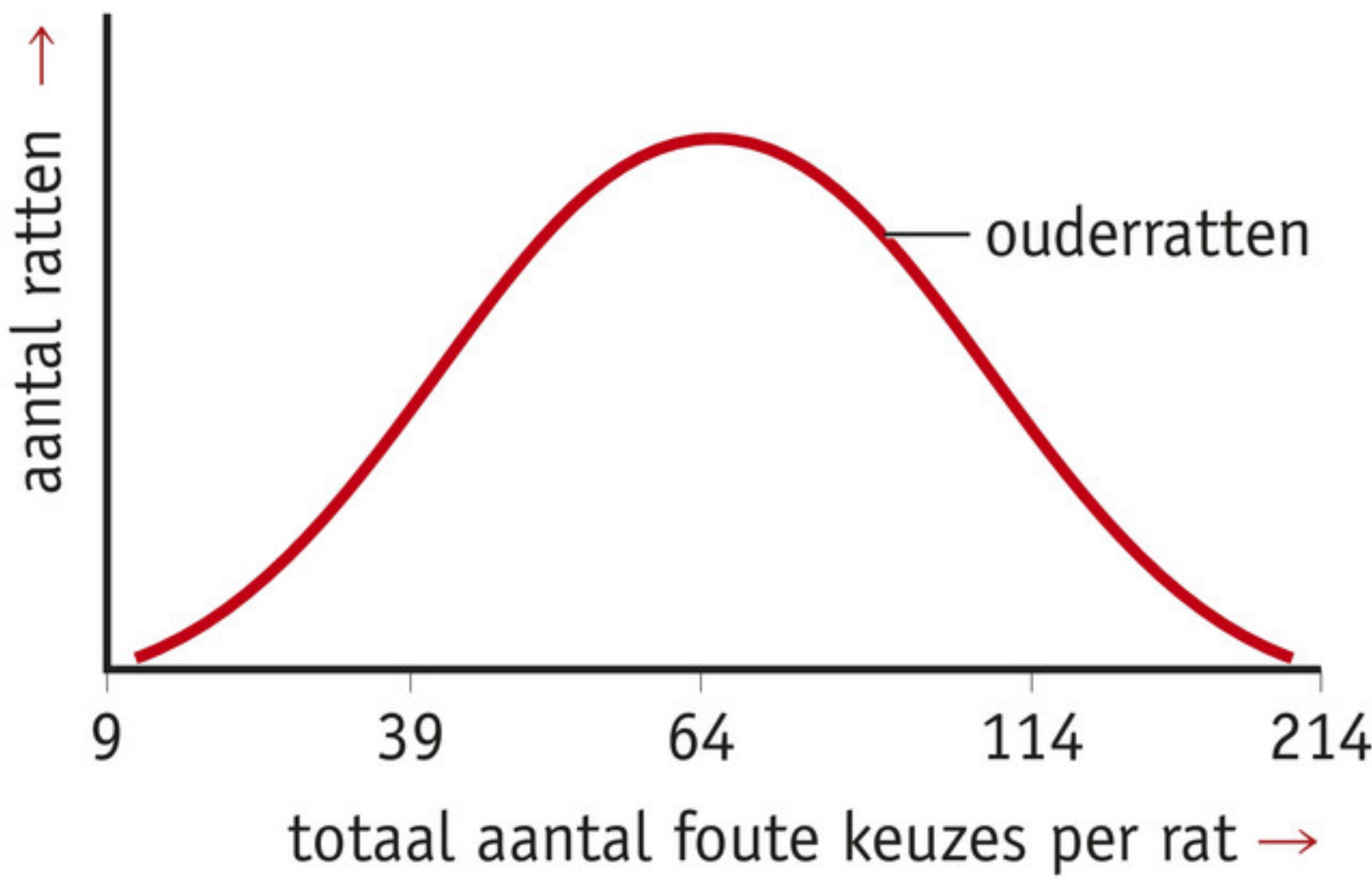
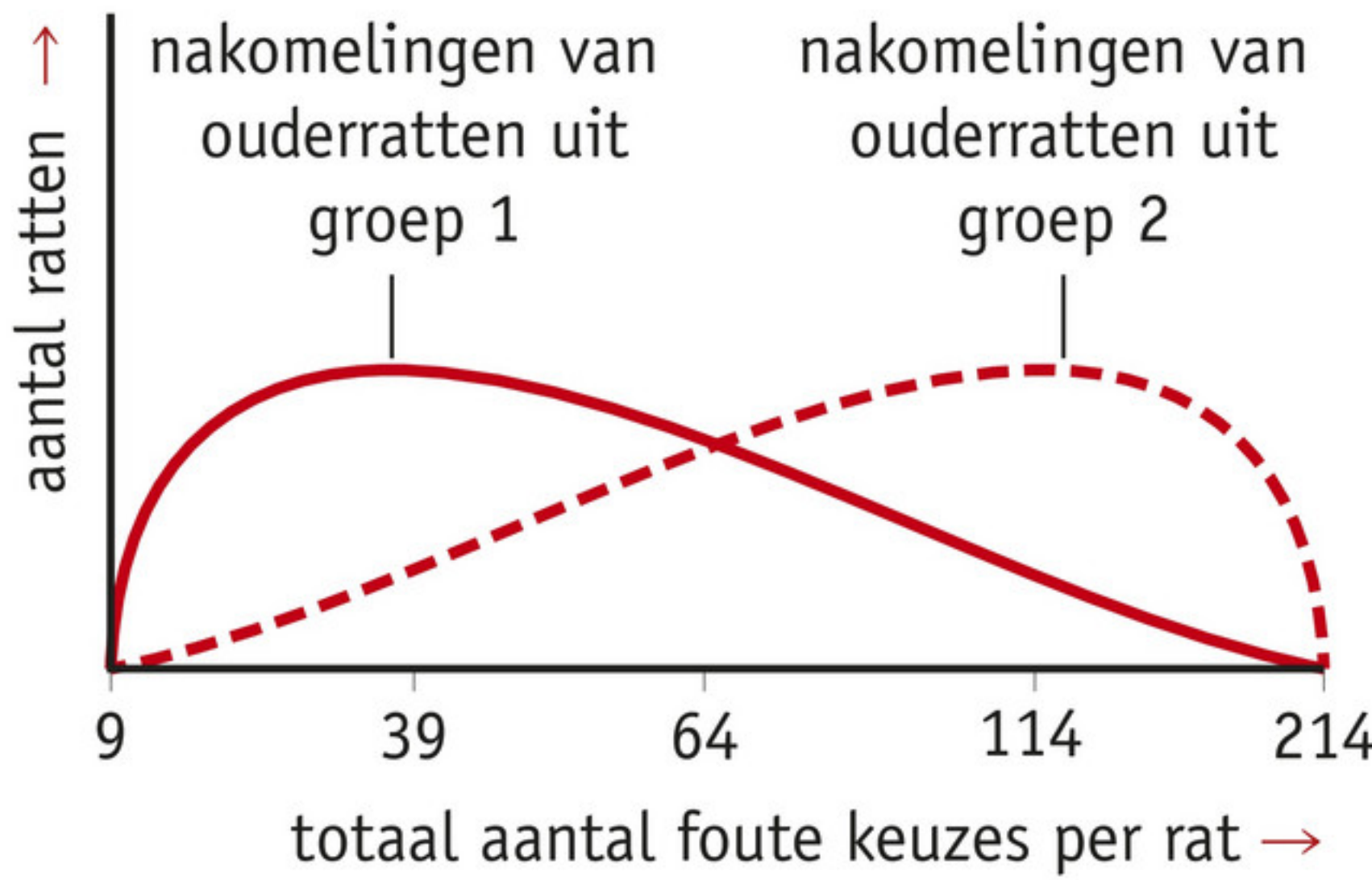
- 6 Blijkt uit het onderzoek van afbeelding 78 dat het genotype invloed heeft op gedrag van ratten? Leg je antwoord uit met de dieren uit groep 1.

DOELSTELLING 3

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De twee allelen van een allelenpaar bevatten informatie voor dezelfde erfelijke eigenschap.
- 2 De informatie in de twee allelen van een allelenpaar is altijd gelijk.
- 3 Bij geslachtelijke voortplanting ontstaan nieuwe genotypen in de nakomelingschap.
- 4 Alle zaadcellen van één man hebben hetzelfde genotype.
- 5 Na de bevruchting heeft een eikel hetzelfde genotype als vóór de bevruchting.

▼ Afb. 78

ONDERZOEK	GEDRAG EN ERFELIJKHEID	
Probleemstelling	Kan gedrag erfelijk zijn?	
Hypothese	Ouderratten die gemiddeld weinig foute keuzes maken bij het vinden van de uitgang van een doolhof krijgen ook weer nakomelingen met deze eigenschap.	
Experiment	Ratten lopen elk acht keer in een doolhof. Bij de uitgang ligt voedsel als beloning. Per rat wordt het totaal aantal foute keuzes bij het vinden van de uitgang genoteerd. Hierna worden twee groepen ratten geselecteerd: groep 1 ratten die weinig foute keuzes maken, groep 2: ratten die veel foute keuzes maken. De dieren uit groep 1 en 2 blijven gescheiden van elkaar en krijgen beide nakomelingen. Bij de nakomelingen uit beide groepen wordt de proef van de ouderdieren herhaald en ook het totaal aantal fouten genoteerd.	
Resultaat	 	

DOELSTELLING 4

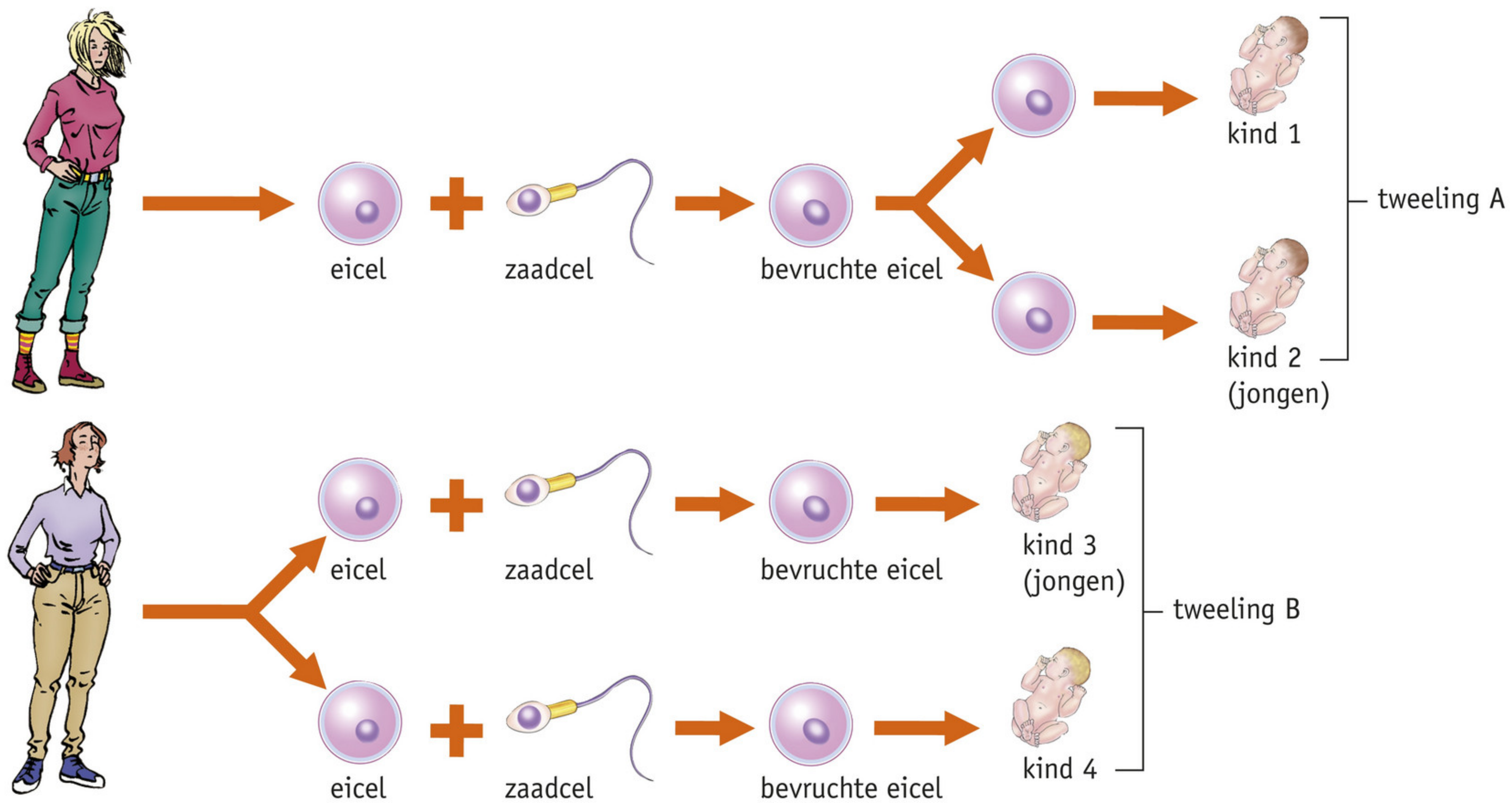
In afbeelding 79 zie je een persoon met dwerggroei en een persoon met normale groei. Het allel voor dwerggroei (B) is bij mensen dominant over het allel voor normale groei. Beantwoord de volgende vragen en vul het schema op je scoreblad in.

- 1 Kan persoon 1 heterozygoot zijn voor de lichaamsgroei? En persoon 2?
- 2 Kan persoon 1 homozygoot zijn voor de lichaamsgroei? En persoon 2?
- 3 Wat zijn mogelijke genotypen voor de lichaamsgroei voor persoon 1? En voor persoon 2?

▼ Afb. 79



▼ Afb. 80



DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 80 is het ontstaan van twee tweelingen schematisch weergegeven. De kinderen 2 en 3 zijn jongens.

- 1 Welke tweeling lijkt het meest op elkaar, tweeling A of tweeling B?
- 2 Kan kind 1 een meisje zijn?
- 3 En kan kind 4 een meisje zijn?

DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In afbeelding 81 zie je twee koningspythons van de soort *Python regius*.
Is het linker dier van afbeelding 81 een mutant?
- 2 Als in een lichaamscel mutaties plaatsvinden, heeft dit meestal weinig gevolgen.
Noem een uitzondering op deze regel.
- 3 Bij een man zijn mutaties ontstaan in een darmcel. Als gevolg hiervan bevindt zich na een tijd een gezwel in een long.
Kun je hieruit de conclusie trekken dat deze man waarschijnlijk gedurende een groot deel van zijn leven heeft gerookt? Leg je antwoord uit.

► Afb. 81



DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende tweekeuzevragen.

- 1 Is de ontwikkeling van bacteriën naar eencellige planten een voorbeeld van evolutie?
A Ja.
B Nee.
- 2 Als bij een soort veel verschillende genotypen voorkomen, heeft deze soort dan een kleine of een grote overlevingskans?
A Een kleine overlevingskans.
B Een grote overlevingskans.
- 3 Rode oeakari's hebben een rood gezicht (zie afbeelding 82). Hoe feller rood het gezicht, hoe fitter het dier is. Zieke dieren hebben een bleek gezicht. De apen met het felst rode gezicht zijn het best in staat te overleven en krijgen de meeste nakomelingen.
Is het verschijnsel dat rode oeakari's met een fel rood gezicht meer nakomelingen krijgen dan die met een bleek gezicht een voorbeeld van natuurlijke selectie?
A Ja.
B Nee.

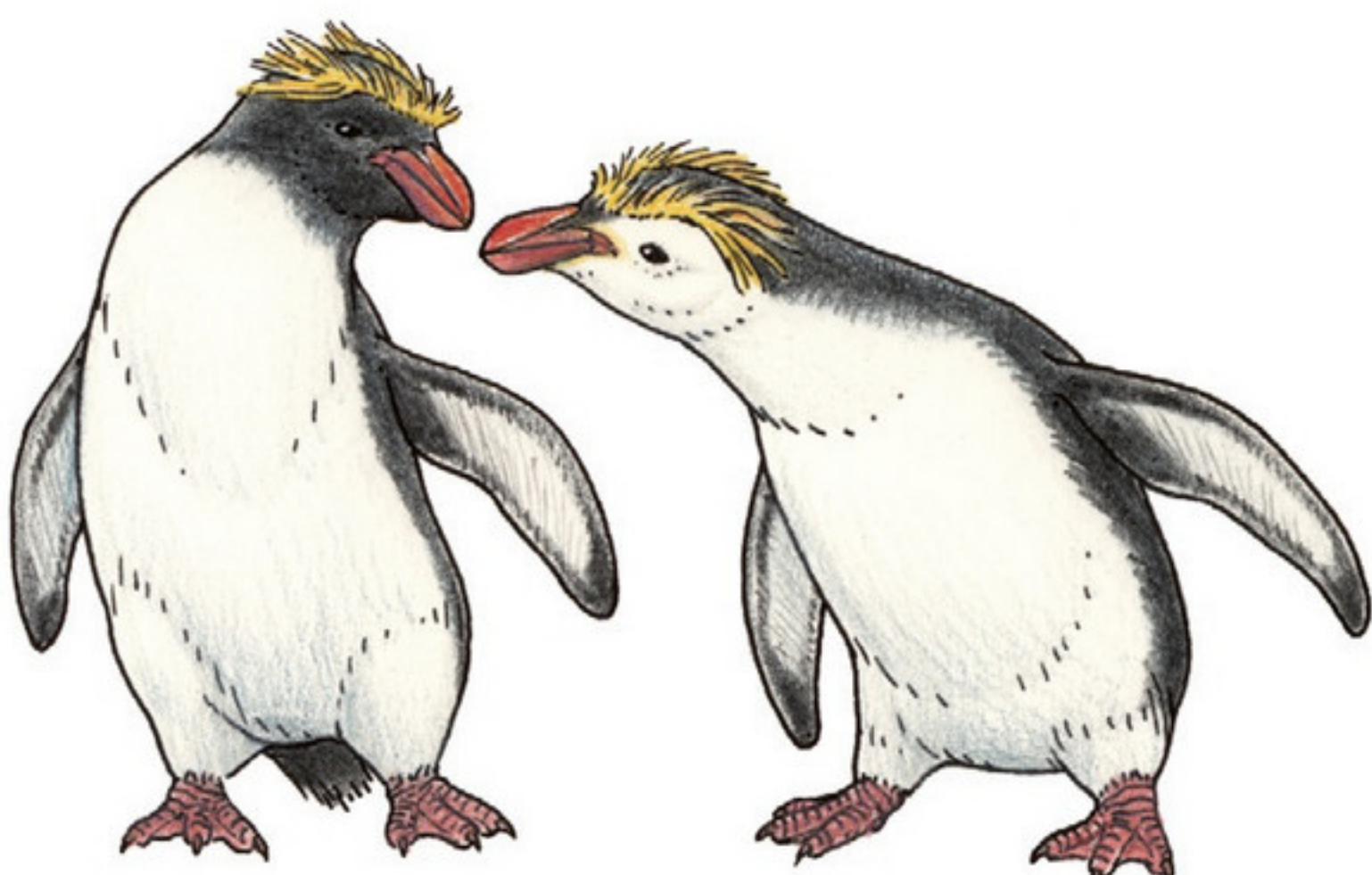
► Afb. 82 Rode oeakari (*Cacajao calvus*).



De volgende informatie hoort bij vraag 4 en 5. In de loop van de evolutie ontstond bij een soort vaak een nieuwe vorm met een afwijkend uiterlijk. Soms evolueerde (veranderde) de soort hierdoor. Maar soms ontwikkelde de nieuwe vorm zich tot een aparte soort.

- 4** Wanneer kan het ontstaan van het afwijkend uiterlijk hebben geleid tot het evolueren van de soort?
- A** Als de organismen van de oorspronkelijke soort uitstierven en de organismen met het afwijkende uiterlijk bleven leven.
 - B** Als de organismen met het afwijkende uiterlijk uitstierven en de organismen van de oorspronkelijke soort bleven leven.
- 5** Wanneer kan de afwijkende vorm zich ontwikkelen tot een nieuwe soort?
- A** Als organismen met het afwijkende uiterlijk zich blijven voortplanten met organismen van de oorspronkelijke soort.
 - B** Als de organismen met het afwijkende uiterlijk zich gescheiden ontwikkelen van de organismen van de oorspronkelijke soort.
- 6** In het zuidpoolgebied leven twee typen kuifpinguïns die veel op elkaar lijken (zie afbeelding 83). Alleen de keel en wangen van de kuifpinguïns zijn verschillend van kleur. De twee typen kuifpinguïns leven al een tijd geïsoleerd van elkaar. Biologen denken dat type B is ontstaan uit type A. In welk geval kun je zeggen dat type A en type B twee verschillende soorten zijn?
- A** Als het uiterlijk van type B nog verder gaat afwijken van type A, zodat de twee typen niet meer op elkaar lijken.
 - B** Als type A en type B zich niet meer onderling kunnen voortplanten.

▼ **Afb. 83** Kuifpinguïns.



1 type A (macaroni-pinguïn) 2 type B (Schlegels pinguïn)

DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Welke van de volgende organismen zal het best fossiliseren?
- A** Een worm die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijft.
 - B** Een worm die na het sterven van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
 - C** Een kever die na het sterven aan de lucht blootgesteld blijft.
 - D** Een kever die na het sterven van de lucht wordt afgesloten door een laag zand of klei.
- 2** Anouk zegt dat fossielen van eencelligen kunnen voorkomen in zeer oude gesteentelagen. Lisa zegt dat fossielen van eencelligen kunnen voorkomen in de jongste gesteentelagen. Maartje zegt dat fossielen van zoogdieren kunnen voorkomen in de jongste gesteentelagen. Wie hebben gelijk?
- A** Alleen Anouk en Lisa.
 - B** Alleen Anouk en Maartje.
 - C** Alleen Lisa en Maartje.
 - D** Anouk, Lisa en Maartje.

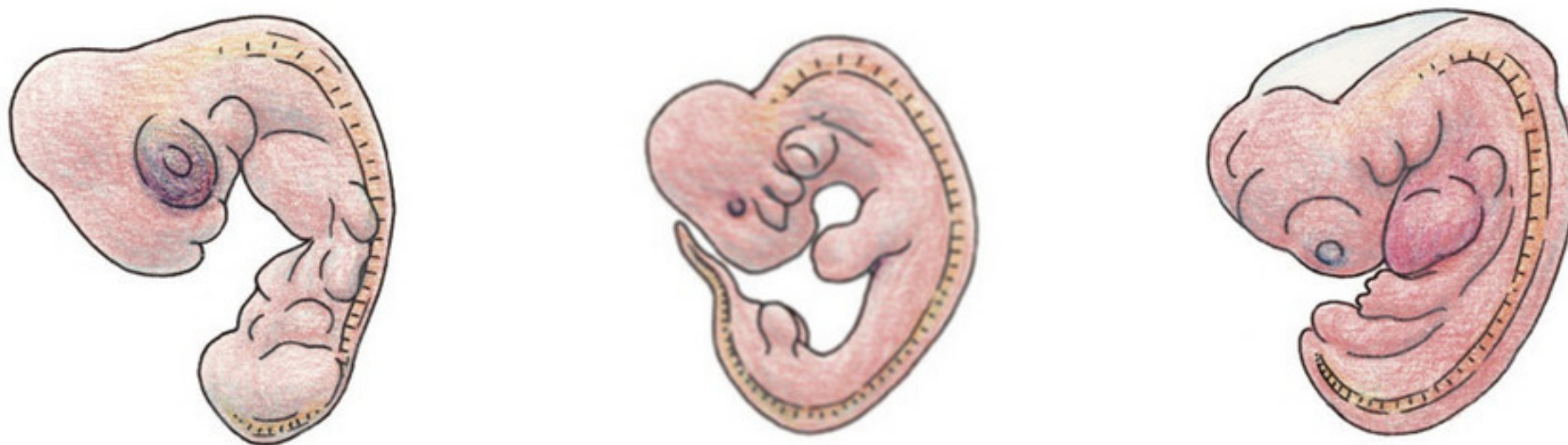
DOELSTELLING 9

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1** Wat zijn rudimentaire organen?
- A** Organen met veel overeenkomst in bouw, maar met een verschillende functie.
 - B** Organen die geen functie meer hebben en niet of nauwelijks tot ontwikkeling komen.
 - C** Organen die alleen bij uitgestorven soorten een functie hadden en tot ontwikkeling kwamen.
- 2** Welke van de volgende organen zijn rudimentair?
- A** De staartwervels van een mens.
 - B** De vleugels van een vleermuis.
 - C** De vleugels van een insect.

- 3 In afbeelding 84 zijn de embryo's van een kip, van een kat en van een mens getekend. De embryo's bevinden zich in een vergelijkbaar stadium van ontwikkeling. Is er een stadium in de ontwikkeling waarin deze embryo's meer overeenkomst vertonen? Zo ja, ligt dit stadium vóór of na het afgebeelde stadium?
- A Nee, er is geen stadium in de ontwikkeling waarin deze embryo's meer overeenkomst vertonen.
 - B Ja, deze embryo's hebben meer overeenkomst vertoond in een vroeger stadium van ontwikkeling.
 - C Ja, deze embryo's zullen meer overeenkomst gaan vertonen in een later stadium van ontwikkeling.

▼ Afb. 84 Embryo's.



1 van een kip 2 van een kat 3 van een mens

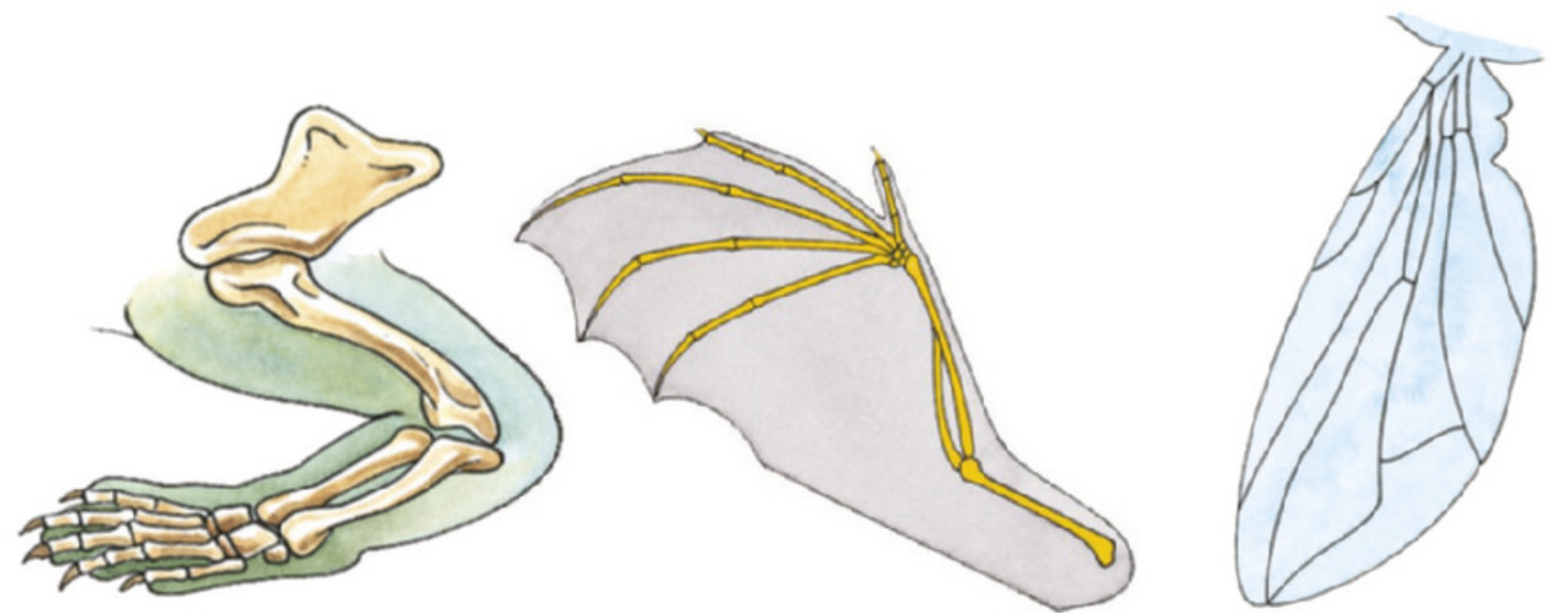
- 4 De DNA-sequenties van verschillende soorten kunnen veel overeenkomst vertonen. Waarom is deze overeenkomst een argument voor de evolutietheorie?
- A Omdat deze overeenkomst aantoont dat soorten veranderen, doordat organismen met afwijkende vormen blijven voortbestaan en organismen met de oorspronkelijke vorm uitsterven.
 - B Omdat hieruit kan worden afgeleid hoe lang geleden de verschillende soorten zijn ontstaan.
 - C Omdat deze overeenkomst het aannemelijk maakt dat verschillende soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben.

In afbeelding 85 zijn de poot van een krokodil, de vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg getekend. Over deze afbeelding gaan de vragen 5 tot en met 7.

- 5 Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in bouw?
- A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.

- 6 Welke van deze organen vertonen veel overeenkomst in functie?
- A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.

▼ Afb. 85



1 de poot van een krokodil 2 de vleugel van een vleermuis 3 de vleugel van een vlieg

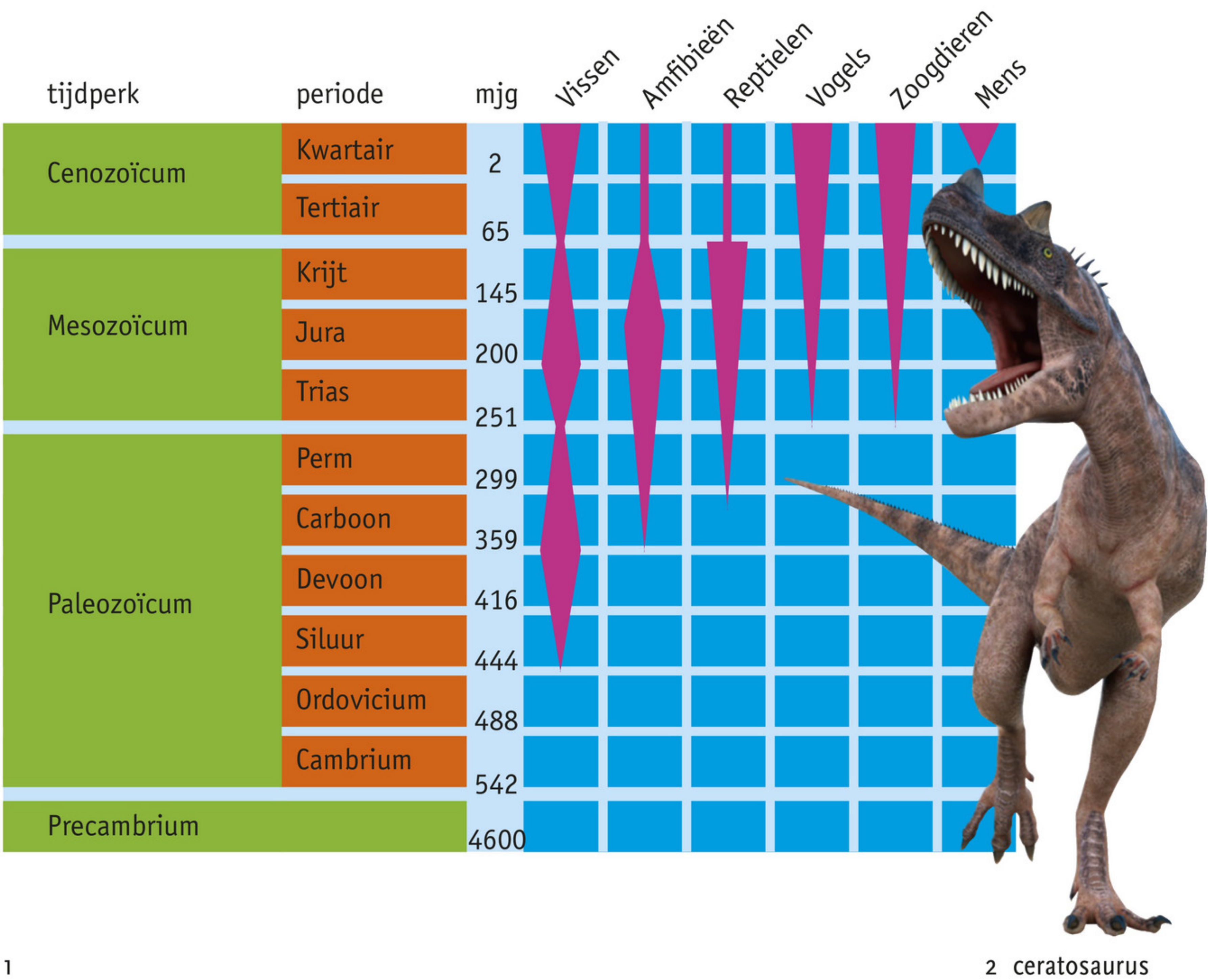
- 7 Welke van deze organen zijn waarschijnlijk uit dezelfde grondvorm ontstaan?
- A De poot van een krokodil en de vleugel van een vleermuis.
 - B De poot van een krokodil en de vleugel van een vlieg.
 - C De vleugel van een vleermuis en de vleugel van een vlieg.

DOELSTELLING 10

In afbeelding 86 is een geologische tijdschaal weergegeven. Een brede lijn geeft aan dat een groep een grote bloei heeft doorgemaakt. Beantwoord de volgende vragen met behulp van deze afbeelding.

- 1 In welke perioden wordt het Cenozoïcum verdeeld?
- 2 Hoeveel miljoen jaar geleden begon het Paleozoïcum?
- 3 Hoeveel miljoen jaar duurde het Mesozoïcum?
- 4 Hoeveel miljoen jaar geleden ontstonden de eerste amfibieën?
- 5 In welke periode ontstonden de eerste vissen?
- 6 Wat heeft langer geduurd, de tijd vóór het ontstaan van de eerste vissen of de tijd vanaf het ontstaan van de eerste vissen tot nu?
- 7 Aan het einde van welke periode is het dier van afbeelding 86.2 uitgestorven?
- 8 Kunnen er fossielen van vogels worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Perm?
- 9 Kunnen er fossielen van zoogdieren worden aangetroffen in een gesteentelaag uit het Krijt?

Afb. 86 Geologische tijdschaal (mijg = miljoen jaar geleden).



DOELSTELLING 11

In afbeelding 87 is een stamboom van de ontwikkeling van varkensachtigen getekend.

Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

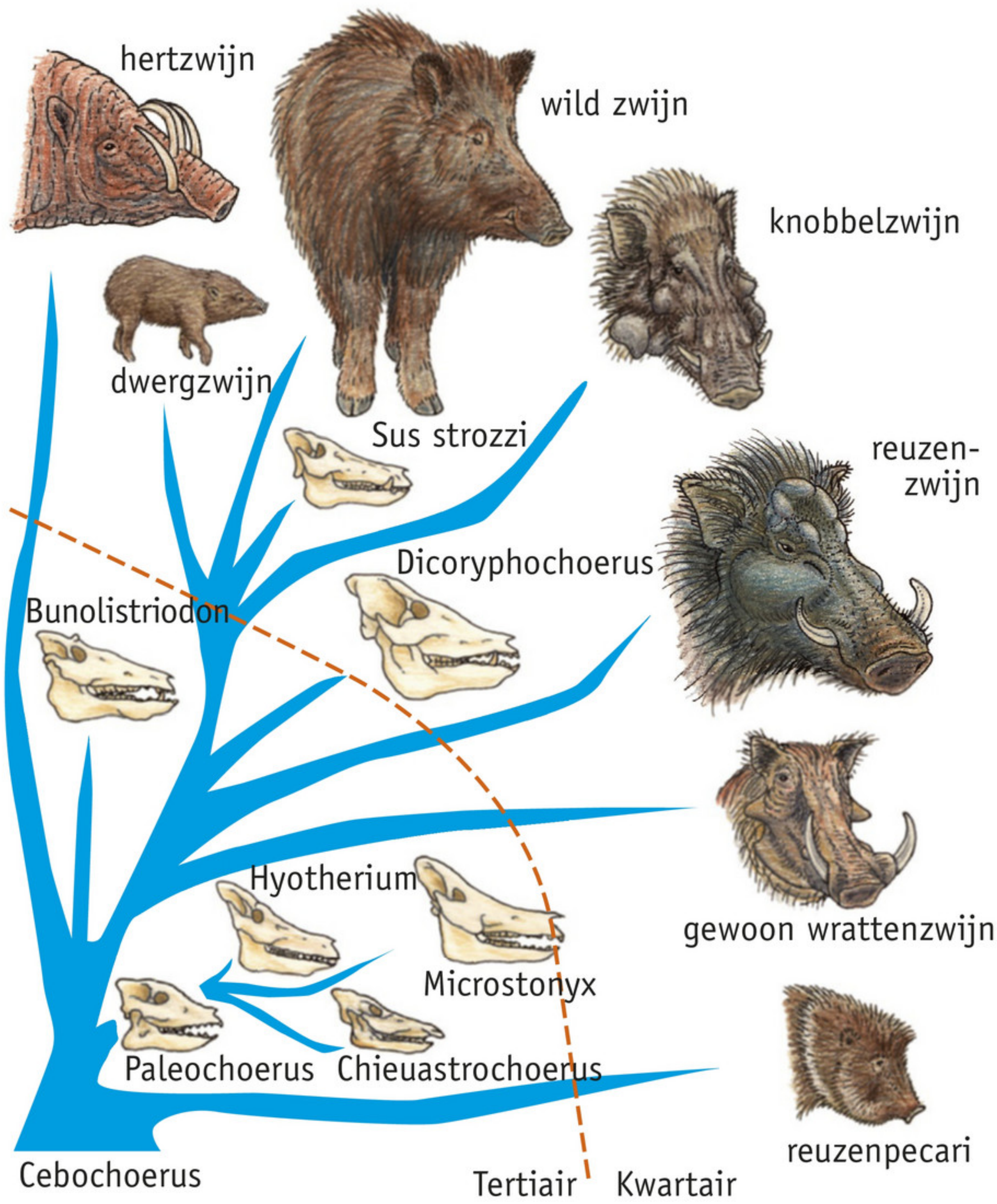
- 1 Cebochoerus is de voorouder van alle varkensachtigen.
- 2 Hyotherium is eerder ontstaan dan de reuzenpecari.
- 3 Het wild zwijn vertoont meer verwantschap met het hertzwijn dan met het gewoon wrattenzwijn.
- 4 Dicoryphochoerus is eerder uitgestorven dan Bunolistriodon.

DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 88 een voorbeeld?
- 2 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 89 een voorbeeld?
- 3 Van welke vorm van biotechnologie zie je in afbeelding 90 een voorbeeld?
- 4 Wordt bij de productie van brood biotechnologie toegepast?
- 5 Is het schaap Dolly uit afbeelding 89 een transgeen dier?
- 6 Welk van de drie genummerde schapen heeft hetzelfde genotype als Dolly?

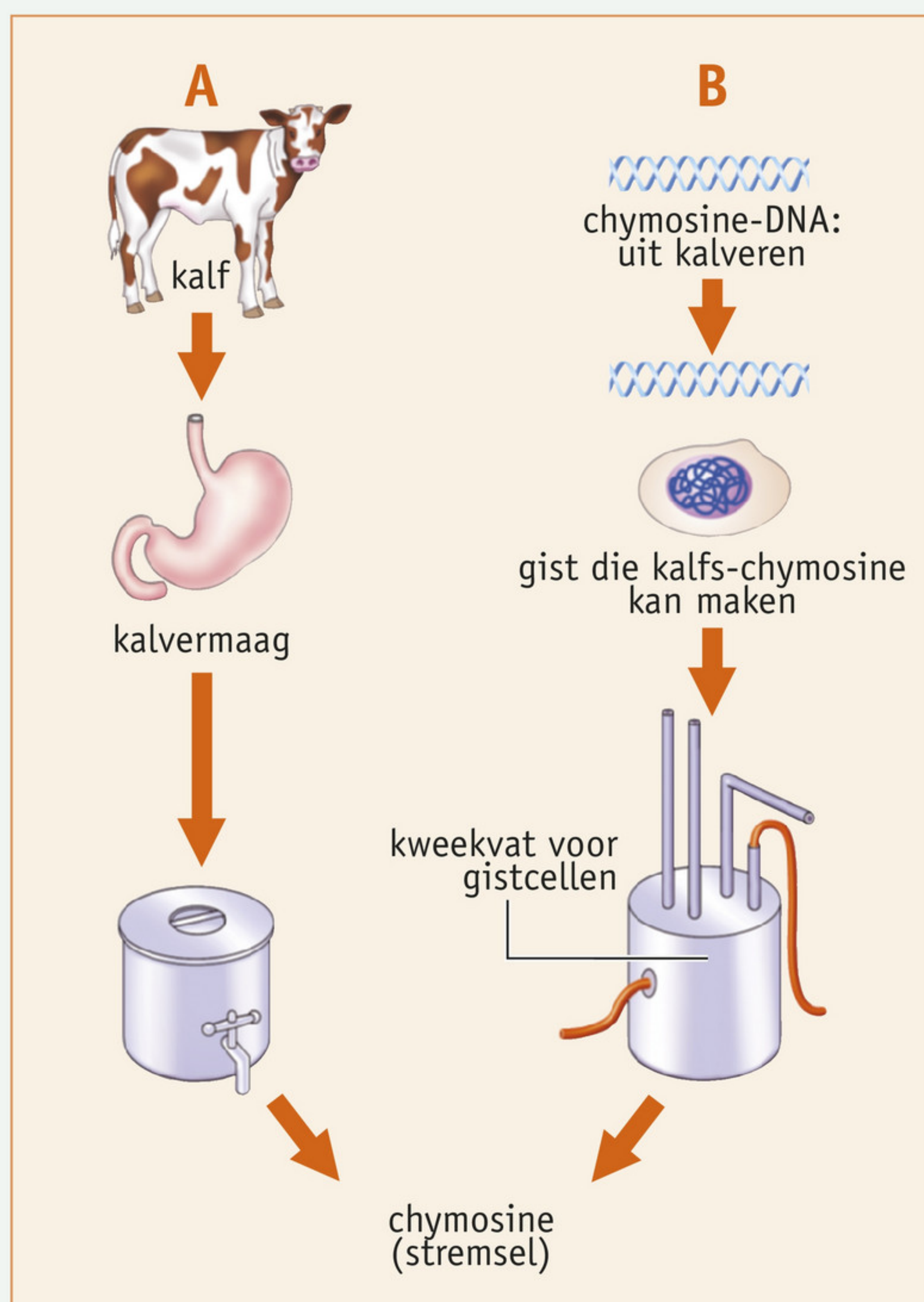
Afb. 87 De ontwikkeling van varkensachtigen.



▼ Afb. 88

Chymosine

Chymosine is een stof die wordt gebruikt bij de bereiding van kaas. Door chymosine toe te voegen aan melk gaan bepaalde melkeiwitten samenklonteren en ontstaat wrongel, een voorstadium van kaas. Chymosine wordt traditioneel (A) gewonnen uit de maag van kalveren. Omdat in bepaalde landen een tekort aan chymosine uit kalvermagen bestond, hebben onderzoekers geprobeerd op een andere manier chymosine te produceren. Onderzoeksgroepen uit verschillende delen van de wereld is het gelukt het DNA voor de productie van chymosine uit kalveren in te bouwen in gistcellen (B). Door deze genetisch veranderde gistcellen op grote schaal te kweken in kweekvaten kan chymosine nu in grote hoeveelheden worden geproduceerd. Er is nog een andere markt voor chymosine geproduceerd door gistcellen. Vegetariërs geven de voorkeur aan chymosine geproduceerd door gistcellen, omdat dan geen kalveren gedood hoeven te worden.



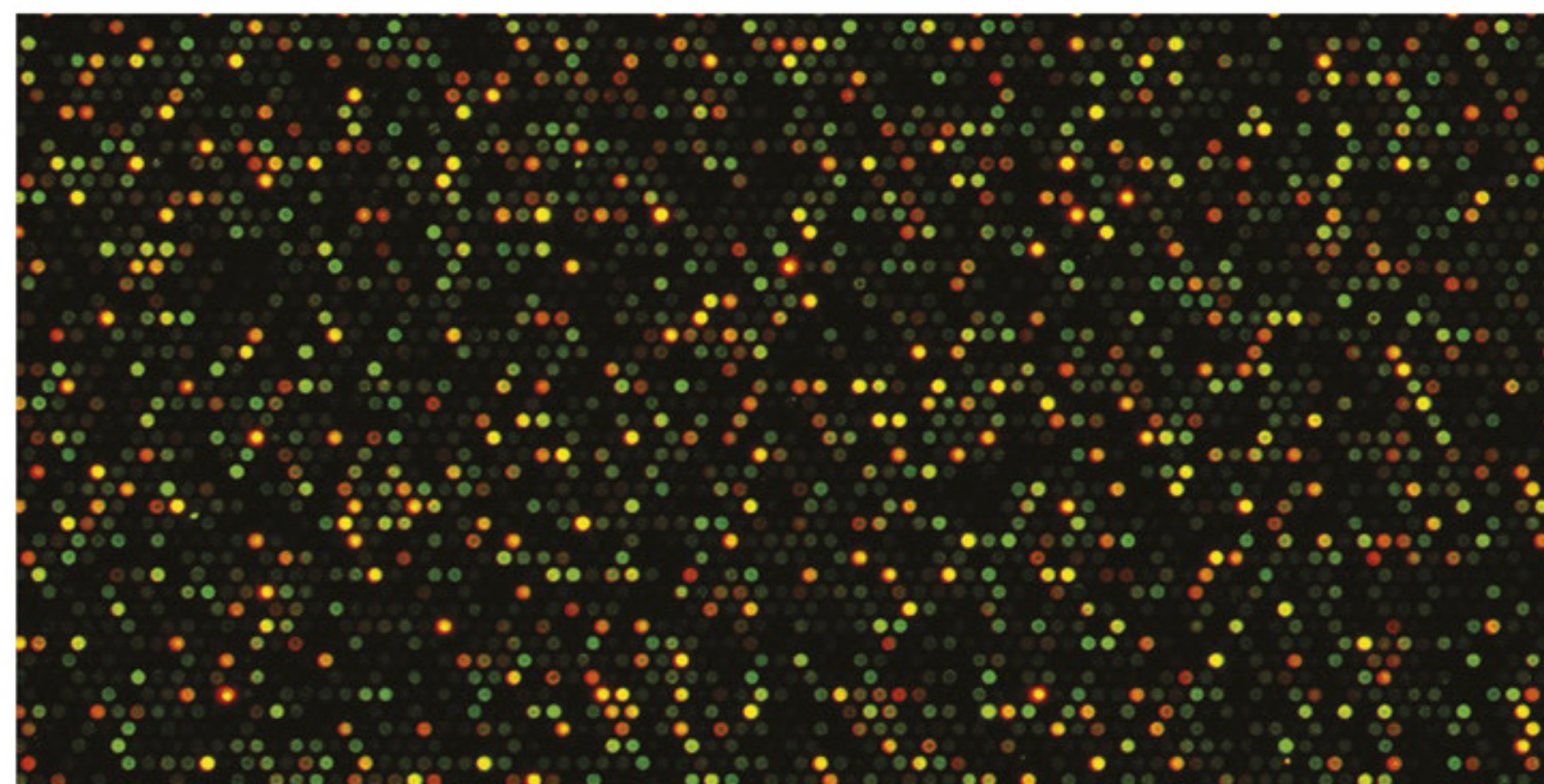
▼ Afb. 89

Dolly

Het schaap Dolly is ontstaan uit het erfelijk materiaal van één cel uit de uier van een 6 jaar oud schaap (schaap 1). Dit erfelijk materiaal is overgebracht naar een eicel (afkomstig van schaap 2) waaruit de celkern was verwijderd. Het klompje cellen dat hieruit groeide, is vervolgens ingebracht in de baarmoeder van een draagmoederschaap (schaap 3). Het gebruik van uierweefsel was aanleiding voor de verantwoordelijke Schotse wetenschappers om het schaap te noemen naar de rondborstige countryzangeres Dolly Parton.



▼ Afb. 90 Genexpressie in twee verschillende weefsels.



elke gekleurde stip geeft informatie over de genexpressie van één gen

EXTRA DOELSTELLING 13

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Hieronder zijn vier paren beschreven die graag een kind willen. Geen van deze paren heeft al een kind.
 - 1 Noah en Arja. Noah heeft een jaar geleden een auto-ongeluk gehad en zit in een rolstoel.
 - 2 Jasper en Raya. De moeder en oma van Raya zijn aan borstkanker gestorven.
 - 3 Johan en Maureen. Maureen heeft al twee miskramen gehad.
 - 4 Raymond en Naomi. Raymond heeft enkele jaren geleden een ooginfectie opgelopen, waardoor hij blind is geworden.

Welke van deze paren doen er verstandig aan een genetisch advies in te winnen?

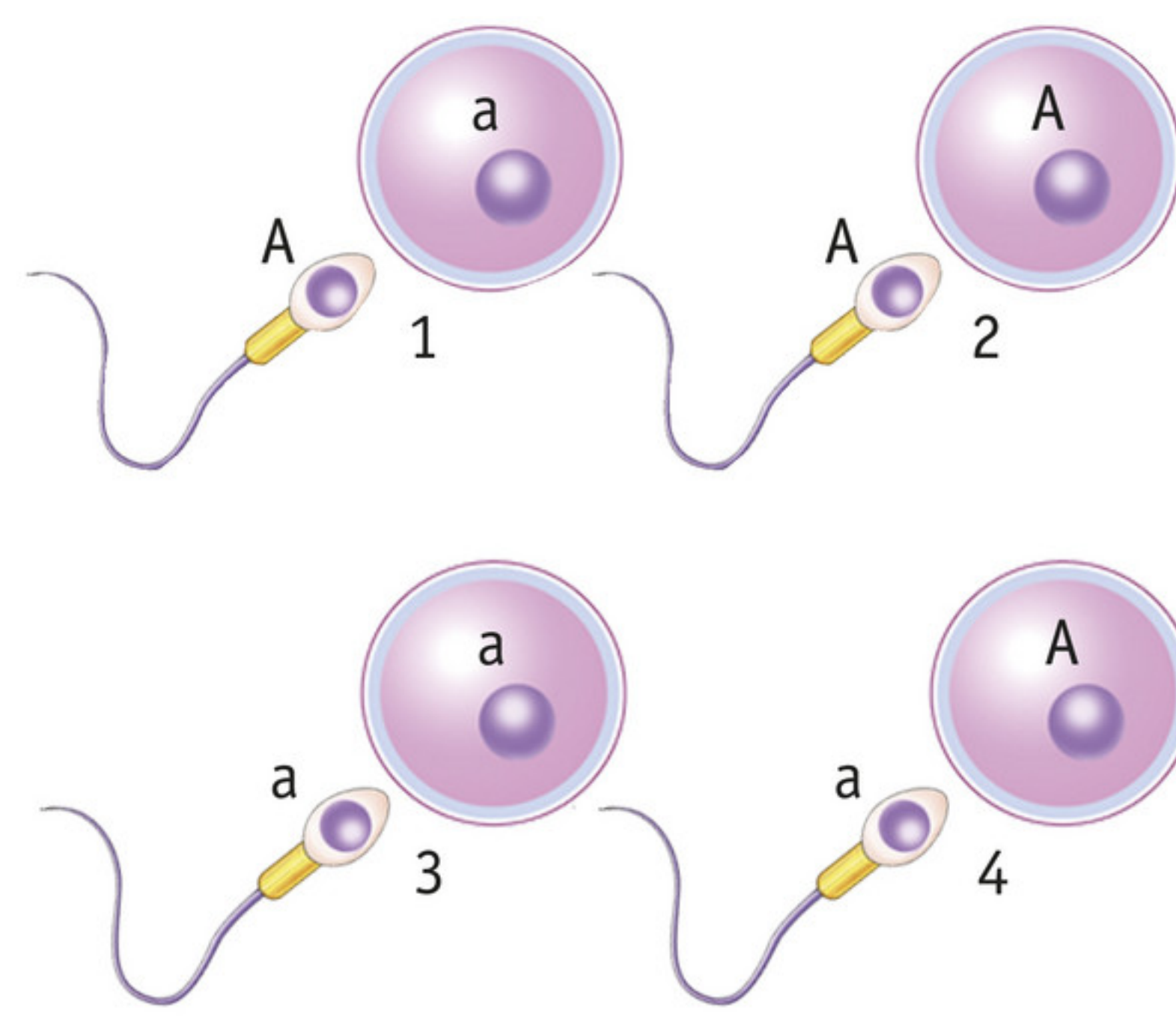
- A De paren 1 en 3.
 - B De paren 1 en 4.
 - C De paren 2 en 3.
 - D De paren 2 en 4.
- 2 Een van de methoden van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen is een vlokcentest. Wat wordt onderzocht bij een vlokcentest?
 - A De samenstelling van de urine van een zwangere vrouw.
 - B De samenstelling van het DNA en de chromosomen afkomstig van vruchtwatervlokken bij een zwangere vrouw.
 - C Het DNA en de chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van de moeder.
 - D Het DNA en de chromosomen van placentaweefsel, afkomstig van het embryo.
 - 3 Een andere methode van erfelijkheidsonderzoek bij ongeboren kinderen is een vruchtwaterpunctie. Wat proberen artsen op te sporen bij een vruchtwaterpunctie?
 - A Eventuele afwijkingen in het DNA en de chromosomen uit cellen van de placenta.
 - B Eventuele afwijkingen in het DNA en de chromosomen van cellen die in het vruchtwater voorkomen.
 - C Eventuele groeistoornissen bij het embryo.
 - D Eventuele schadelijke stoffen die in het vruchtwater voorkomen.

EXTRA DOELSTELLING 14

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Van een ouderpaar heeft de man dikke lippen en de vrouw dunne lippen. Een allel voor de lipdikte wordt aangegeven met een A of een a. De man is heterozygoot voor de lipdikte, de vrouw homozygoot. Een zaadcel van de man bevrucht een eikel van de vrouw. In afbeelding 91 zie je vier afbeeldingen van mogelijke bevruchtingen. Welke van deze vier afbeeldingen kunnen deze bevruchting juist weergeven?

▼ Afb. 91



- 2 Door hemochromatose komt te veel ijzer voor in cellen. Het allel voor hemochromatose (r) is recessief. Alleen mensen die homozygoot (rr) zijn kunnen orgaanschade krijgen en worden ziek. Twee ouders zijn heterozygoot voor hemochromatose. Hoe groot is de kans dat een kind van deze ouders ziek wordt van hemochromatose?
- 3 FH is een erfelijke ziekte. FH-patiënten hebben te veel cholesterol in hun bloed en hebben daardoor al op jonge leeftijd een grote kans op een hartinfarct. FH-patiënten zijn heterozygoot. De kans om van beide ouders een gemuteerd allel te erven, is zeer klein. Deze kinderen sterven meestal zeer jong. Peter is heterozygoot voor het gen dat invloed heeft op het cholesterolgehalte. Hannah heeft het FH-allel niet in haar cellen. Hoe groot is de kans dat een kind van Peter en Hannah FH-patiënt zal zijn?

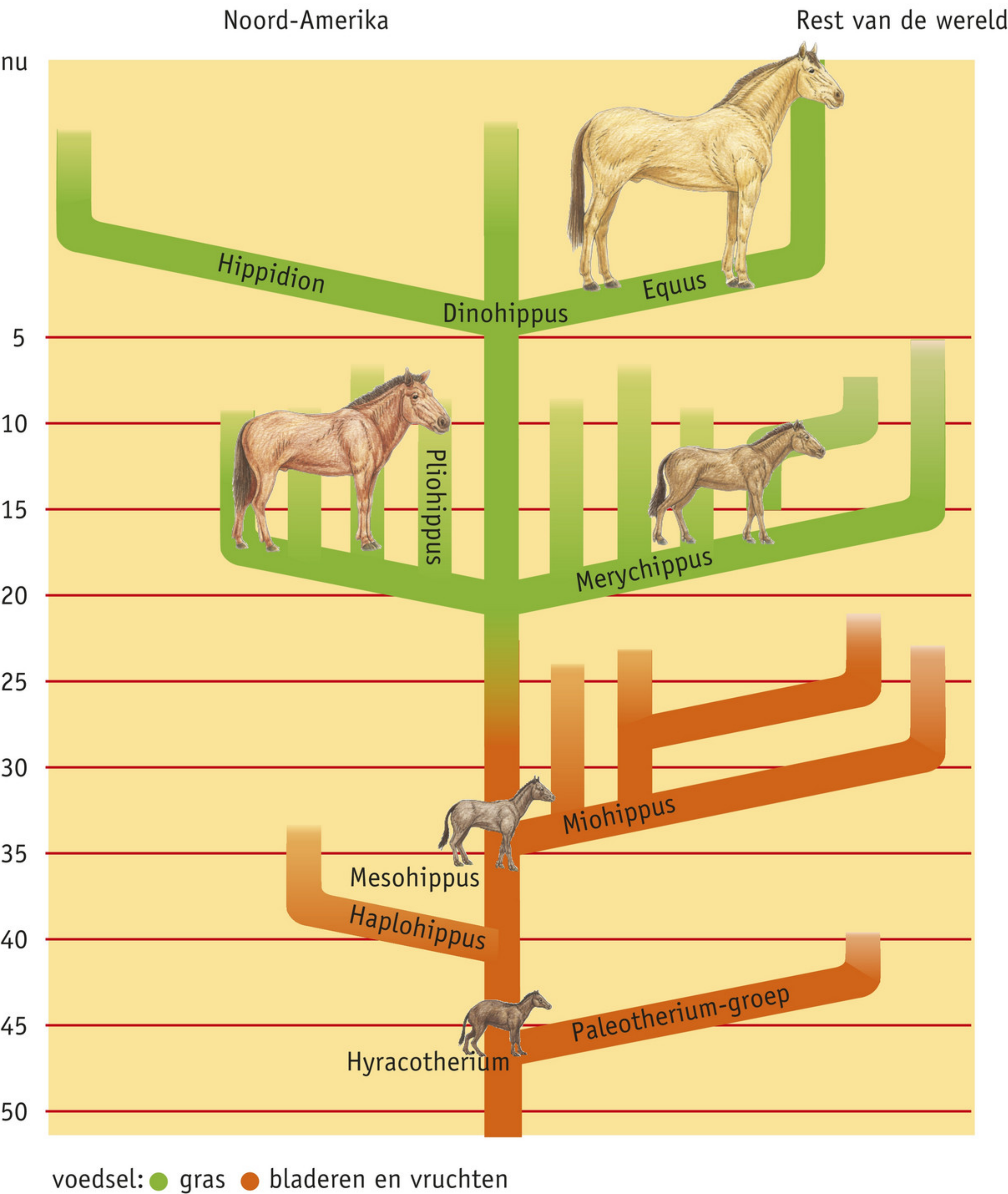
De verrijgingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijgingsstof uit drie onderdelen. De opdrachten hiervan maak je in je werkboek.

1 De evolutie van paardachtigen

Het huidige paard is in de loop van de evolutie ontstaan uit een zoogdier dat zo groot was als een hond. Gedurende miljoenen jaren ondergingen de paardachtigen veranderingen in de lichaamsgrootte, de lengte van de poten, het aantal tenen waarop wordt gelopen, de voedselkeuze en het gebit. In deze verrijgingsstof leer je meer over de manier waarop deze veranderingen hebben plaatsgevonden.

In afbeelding 92 is de evolutie van de paardachtigen in een stamboom weergegeven. Deze evolutie speelde zich grotendeels af in Noord-Amerika. Ongeveer 50 miljoen jaar geleden leefde Hyracotherium, de voorouder van de

► Afb. 92 Evolutie van paardachtigen.



paardachtigen. Het was een klein dier, zo groot als een hond, met dunne pootjes (zie afbeelding 93.1). Het dier hield zich schuil in dichte bossen, waar het vooral bladeren en vruchten at.

Ook Mesohippus leefde in de bossen, ongeveer 35 miljoen jaar geleden (zie afbeelding 93.2). Toen door een klimaatverandering de bossen in omvang afnamen, zochten de paardachtigen meer en meer de open vlakten op. Als voedsel was daar alleen gras beschikbaar. Het stugge gras van de vlakten was echter moeilijker te verteren dan de bladeren en vruchten van de bossen. De dieren moesten veel langer op hun voedsel kauwen. Door natuurlijke selectie kregen de paardachtigen steeds krachtiger kauwspieren, grotere kaken en grotere kiezen met meer harde richels van glazuur. Op de open vlakten konden de dieren zich minder goed verschuilen voor roofdieren. Het was dan ook belangrijk om snel weg te kunnen vluchten. Door natuurlijke selectie kregen de paardachtigen langere poten. Om de weerstand van de bodem zo laag mogelijk te houden, gingen ze op steeds minder tenen lopen.

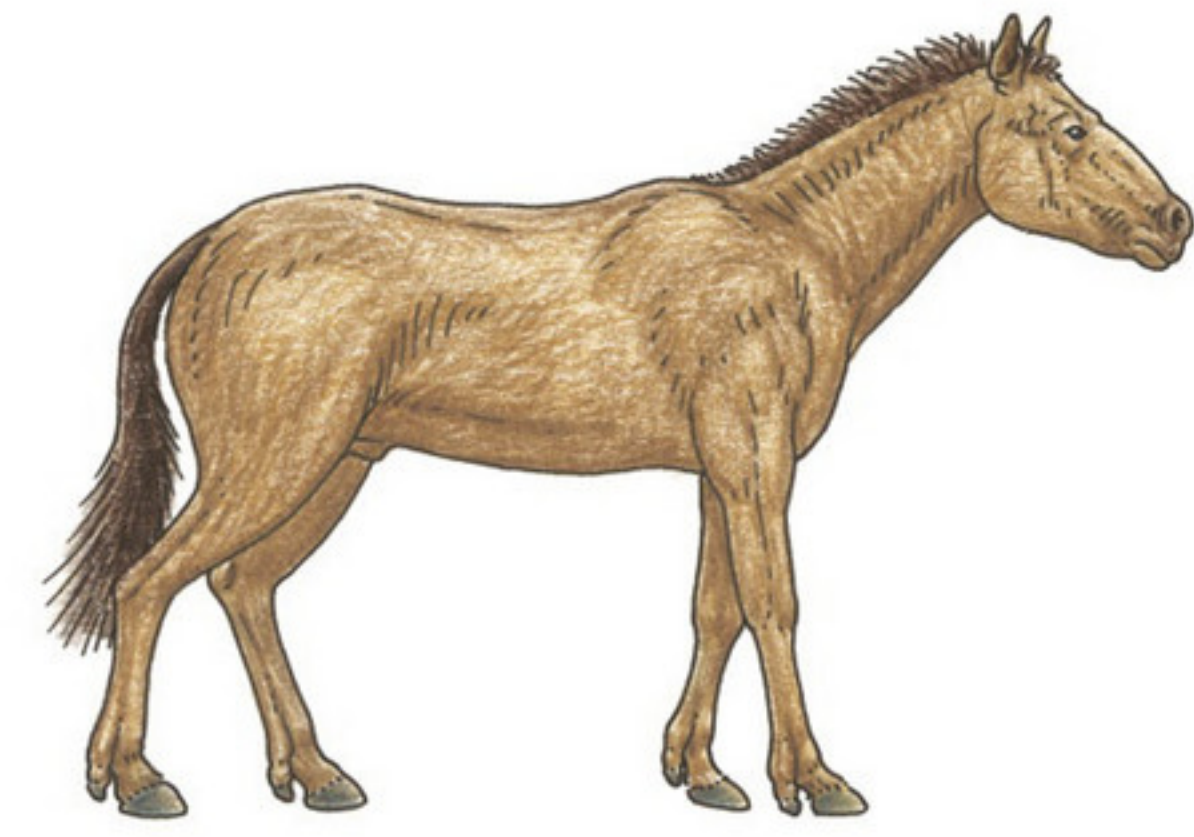
▼ **Afb. 93** Paardachtigen.



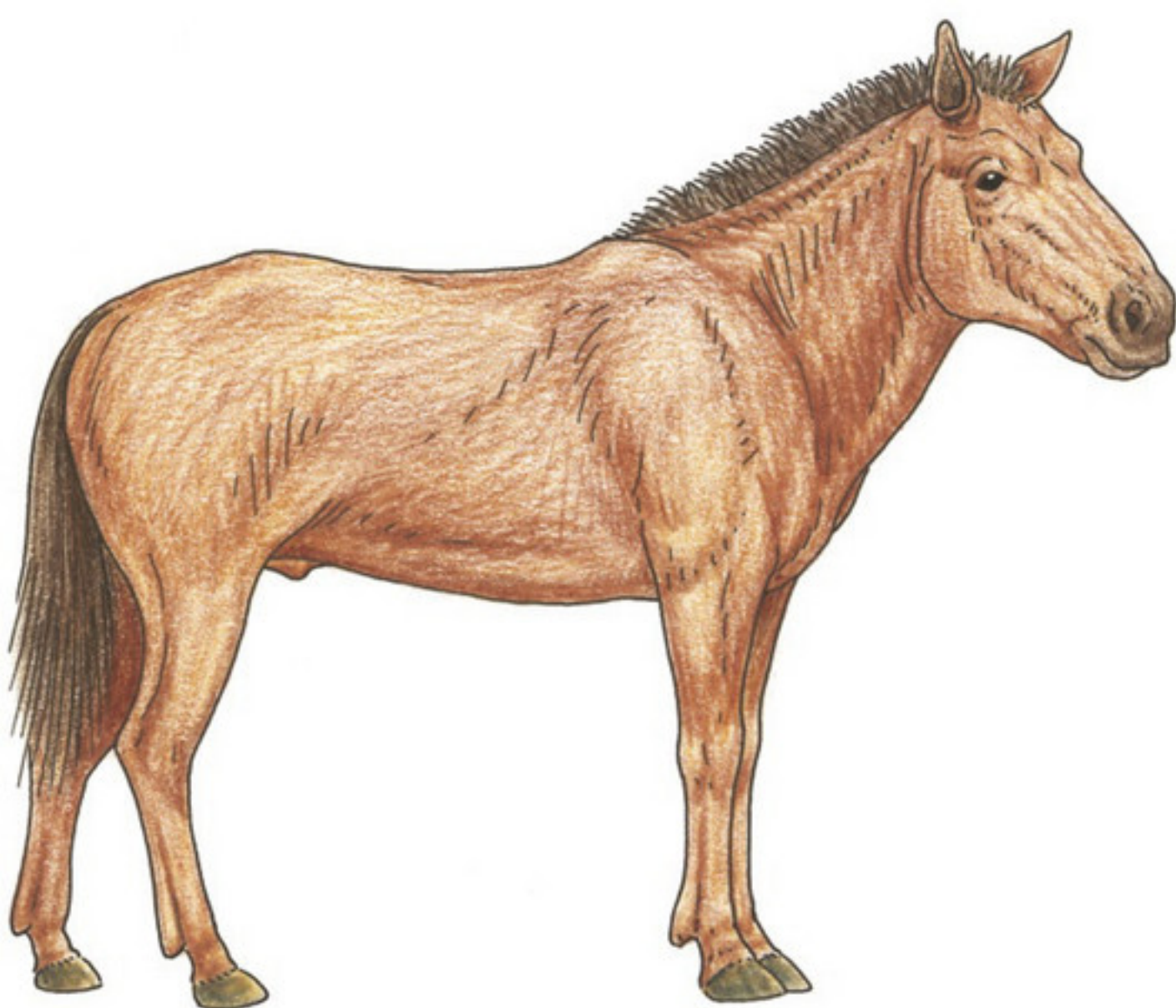
1 Hyracotherium



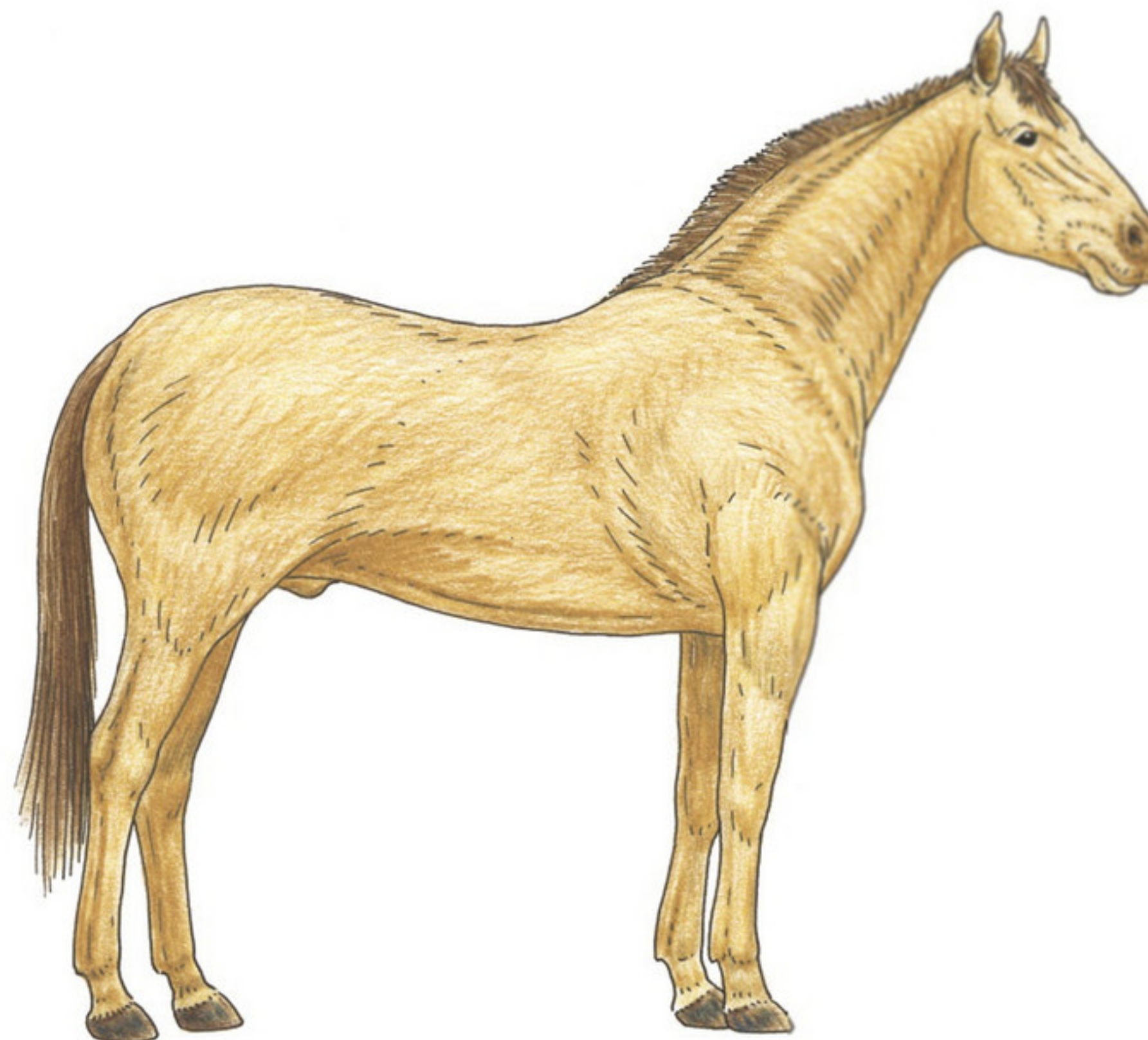
2 Mesohippus



3 Merychippus



4 Pliohippus



5 Equus

Ongeveer 15 miljoen jaar geleden leefde Merychippus al op de open vlakten (zie afbeelding 93.3). Ook Pliohippus leefde op de open vlakten, ongeveer 10 miljoen jaar geleden (zie afbeelding 93.4). Het huidige paard heet Equus (zie afbeelding 93.5). In het wild leeft het paard op een open, steppeachtige vlakte. Het dier is met zijn lange poten een snelle loper. De bodem waarop het dier leeft is hard. Het voedsel bestaat uitsluitend uit gras.

2 Stamcellen

Je lichaam bestaat uit miljarden cellen die zich hebben gespecialiseerd tot bijvoorbeeld een maagwandcel of een spiercel. Wanneer zo'n gespecialiseerde cel zich deelt, zijn de dochtercellen van hetzelfde type als de moedercel. Door deling van een spiercel ontstaan dus alleen spiercellen.

Er zijn ook cellen die zich nog niet of nog niet volledig hebben gespecialiseerd. Zo'n cel wordt een **stamcel** genoemd. Uit een stamcel kunnen door deling verschillende typen cellen ontstaan.

VOLWASSEN STAMCELLEN

Veel organen van de mens bevatten **volwassen stamcellen**. Uit deze stamcellen kunnen zich verschillende typen cellen ontwikkelen, maar niet alle typen. Uit een volwassen stamcel kunnen zich alleen cellen ontwikkelen die zich in het orgaan bevinden waar de stamcel vandaan komt. Uit een leverstamcel kunnen zich alleen verschillende andere typen levercellen ontwikkelen, maar bijvoorbeeld geen huidcellen.

Volwassen stamcellen kunnen in ziek of beschadigd weefsel worden ingebracht om daar uit te groeien tot gezond weefsel. Volwassen stamcellen worden bijvoorbeeld al jaren gebruikt bij de bestrijding van leukemie (zie afbeelding 94).

▼ Afb. 94

Olympisch goud na stamceltransplantatie

PEKING – Topzwemmer Maarten van der Weijden heeft in Peking olympisch goud veroverd op de 10 km na een zinderende finale in open water. Het bijzondere is dat Van der Weijden ex-leukemiepatiënt is. Hij overwon deze ziekte na vier chemokuren en een stamceltransplantatie.

In het binnenste van je beenderen zit rood beenmerg. Dit rode beenmerg bevat volwassen stamcellen die kunnen uitgroeien tot verschillende typen bloedcellen. Bij patiënten met leukemie produceren de stamcellen in het rode beenmerg ongecontroleerd veel afwijkende witte bloedcellen. Door middel van chemokuren en bestraling kunnen deze kwaadaardige stamcellen worden gedood. Er zijn dan in het beenmerg geen volwassen stamcellen meer waaruit zich bloedcellen kunnen ontwikkelen. Bij een stamceltransplantatie krijgt een leukemiepatiënt nieuwe volwassen

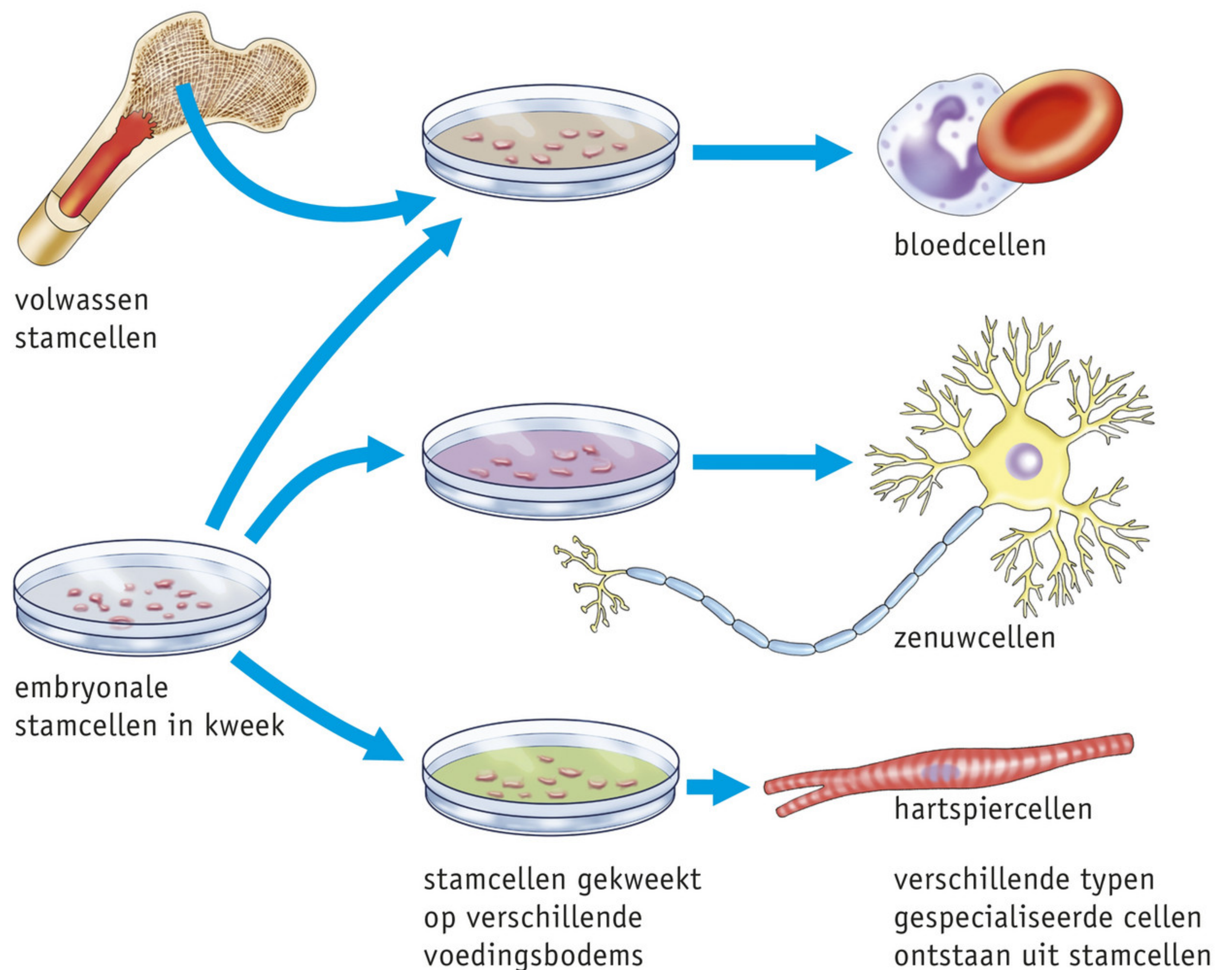
beenmergstamcellen van een donor. Deze stamcellen kunnen dan weer gezonde bloedcellen produceren. Daarmee kun je zelfs olympisch kampioen worden.



EMBRYONALE STAMCELLEN

Embryonale stamcellen kunnen zich door deling nog ontwikkelen tot elk type cel (zie afbeelding 95). Een bevruchte eicel is hiervan een voorbeeld. Ook de eerste cellen die ontstaan na deling van de bevruchte eicel kunnen uitgroeien tot elk type cel. Daarom worden deze cellen ook tot de embryonale stamcellen gerekend. Voor de bestrijding van ziekten kan het wenselijk zijn embryonale stamcellen te gebruiken. Bij hartpatiënten bijvoorbeeld kunnen embryonale stamcellen gezonde hartspiercellen produceren ter vervanging van afgestorven hartspiercellen.

► **Afb. 95** Ontwikkeling van gespecialiseerde cellen uit stamcellen.



In Nederland kunnen embryonale stamcellen niet onbeperkt worden gebruikt. Het is verboden embryo's te kweken enkel en alleen om daarmee onderzoek te doen. Embryonale stamcellen worden verkregen uit materiaal dat overblijft na het uitvoeren van een reageerbuisbevruchting (ivf). Deze stamcellen mogen na toestemming van de ouders alleen voor onderzoek worden gebruikt. Met embryonale stamcellen worden dus nog geen patiënten behandeld. Bij experimenten met embryo's wordt het jonge embryo vernietigd. Sommige mensen vinden dat het leven begint op het moment dat een eicel is bevrucht. Of ze vinden dat niet precies bekend is wanneer het leven begint. Ze zijn daarom van mening dat je niet met menselijke embryo's mag experimenteren. Andere mensen vinden dat embryo's in een vroeg stadium nog niet beschikken over menselijke kenmerken, zoals gevoel en bewustzijn. Zij vinden dat je deze embryo's wel mag gebruiken als daarmee ernstige ziekten kunnen worden bestreden.

Via andere wegen wordt geprobeerd cellen te verkrijgen met de mogelijkheden van embryonale stamcellen. Wetenschappers zijn er bijvoorbeeld in geslaagd enkele genen aan huidcellen toe te voegen, waardoor deze huidcellen zich gedragen als embryonale stamcellen (zie afbeelding 96).

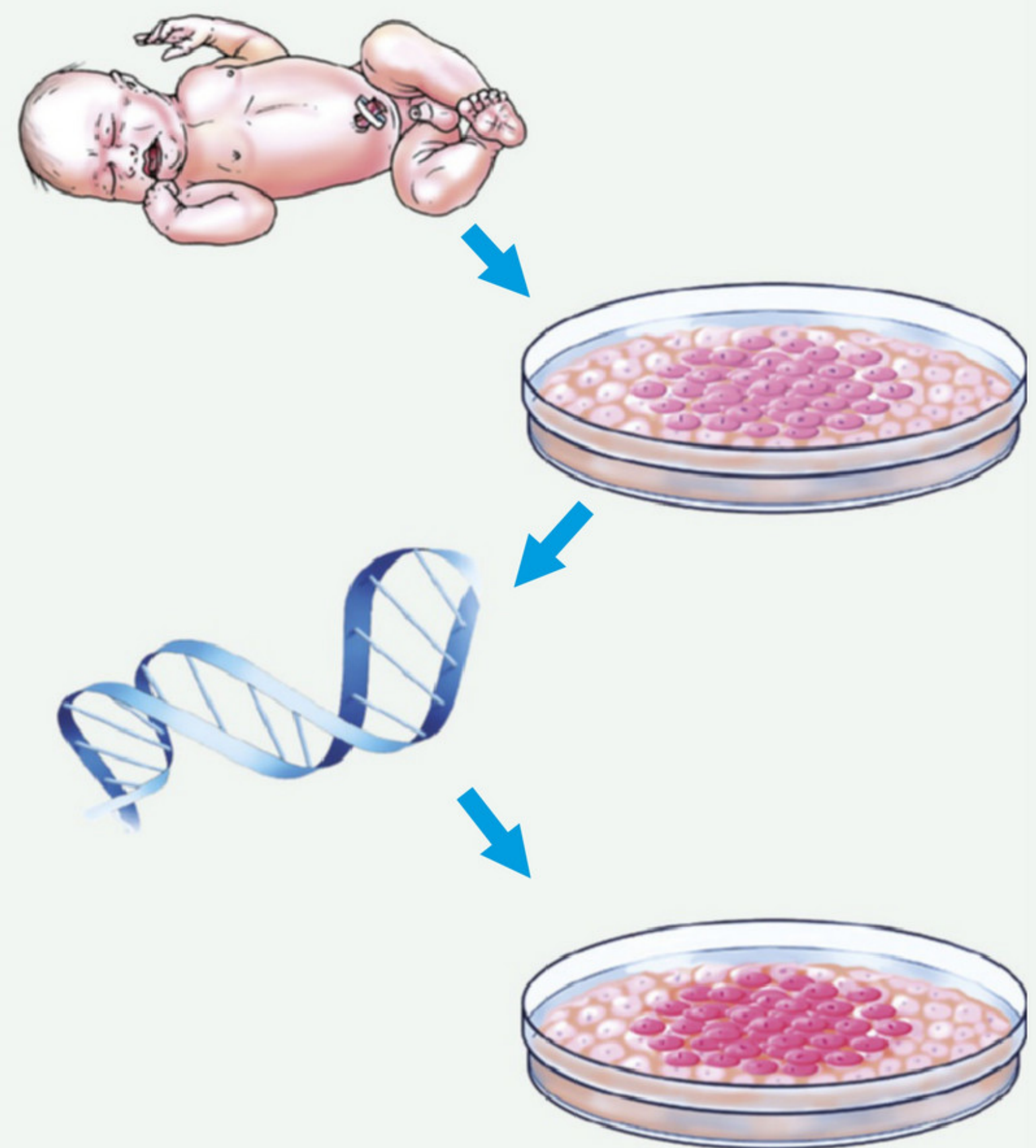
WB OPDRACHT 1 BLZ. 40

▼ Afb. 96

Probleemloze stamcellen uit huidcellen

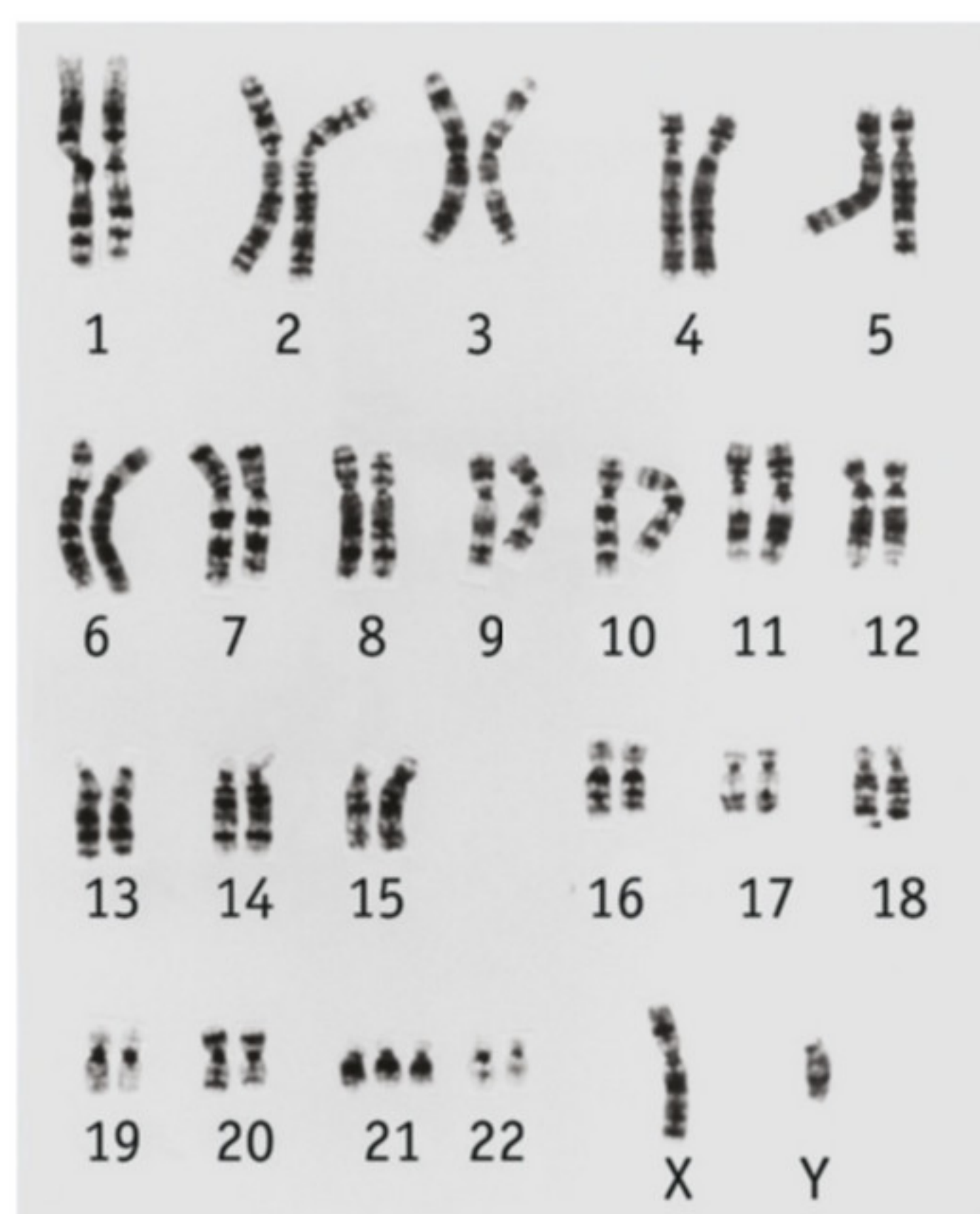
De Amerikaanse bioloog James Thomson heeft met zijn onderzoeksteam een nieuwe methode ontwikkeld om embryonale stamcellen te kweken. Ze herprogrammeerden menselijke huidcellen van een pasgeborene door vier genen aan de huidcellen toe te voegen. Daardoor gedroegen de huidcellen zich precies als embryonale stamcellen. Bijzonder is dat de genen tijdelijk worden toegevoegd via een klein rond chromosoompje dat later vanzelf verdwijnt. Zo raken de stamcellen niet vervuild met vreemde genen, waardoor het risico op kanker laag blijft.

De methode lijkt veelbelovend, omdat embryonale stamcellen kunnen uitgroeien tot elk type lichaamscel. Verder kunnen lichaamseigen cellen worden gebruikt, wat de kans op afstoting wegneemt. De techniek is nog volop in ontwikkeling en moet zich in verdere kweken nog bewijzen.



3 Het syndroom van Down

▼ **Afb. 97** Chromosomenportret van een persoon met het syndroom van Down.



▼ **Afb. 98** Een man met het syndroom van Down aan het werk.



▼ **Afb. 99**

In extra basisstof 9 heb je geleerd dat eventuele afwijkingen in de chromosomen al bij ongeboren kinderen kunnen worden opgespoord met een vlokkentest of een vruchtwaterpunctie. In deze verrijkingstof leer je meer over één van deze chromosoomafwijkingen: het **syndroom van Down**. Je moet vragen beantwoorden en een interview afnemen.

Bij een vlokkentest en bij een vruchtwaterpunctie wordt chromosoomonderzoek gedaan. Van de chromosomen kan vervolgens een **chromosomenportret** worden gemaakt. Dat is een afbeelding waarbij alle chromosomen uit een cel in paren zijn gerangschikt. In afbeelding 5 heb je al zo'n chromosomenportret gezien. Soms kan uit een chromosomenportret blijken dat er extra chromosomen voorkomen of dat er chromosomen ontbreken. In afbeelding 97 is het chromosomenportret weergegeven van een persoon met het syndroom van Down. In de celkernen van deze persoon komt het 21e chromosoom in drievoud voor. Men spreekt daarom ook wel van **trisomie 21**. Het afwijkende chromosomenaantal veroorzaakt een typisch uiterlijk en vaak een achterstand in de geestelijke ontwikkeling. Toch hebben mensen met het syndroom van Down soms een betaalde baan (zie afbeelding 98).

Het syndroom van Down ontstaat als het 21e chromosoom dubbel voorkomt in één van de geslachtscellen die betrokken is bij de bevruchting. De oorzaak hiervan is vermoedelijk een afwijkend verloop van de meiose (de celdeling waaruit de geslachtscel is ontstaan).

Een geslachtscel waarin het 21e chromosoom dubbel voorkomt, heeft 24 chromosomen. Bij bevruchting kan zo'n geslachtscel versmelten met een normale geslachtscel met 23 chromosomen. Er ontstaat dan een bevruchte eicel met 47 chromosomen. Deze bevruchte eicel groeit uit tot een persoon met in elke lichaamscel 47 chromosomen.

WB OPDRACHT 1 T/M 3 BLZ. 41

Ik ben trots op mijn dochter

Een moeder van een kind met het syndroom van Down vertelt: 'De meeste ouders zijn veel ouder als zij een kind krijgen met het syndroom van Down, maar ik kreeg mijn kind op jonge leeftijd. Dat was voor ons geen keuze, maar ik kan nu trots zijn op mijn dochter. Geestelijk en lichamelijk gehandicapten hebben iets te bieden aan niet-gehandicapten. Je kunt veel leren

van iemand met het syndroom van Down. Mijn dochter kan heel spontaan, enthousiast en eerlijk zijn. Ze kan erg veel liefde geven en ze is vaak erg gelukkig. Ze heeft mijn leven rijker gemaakt. Het is niet alleen maar zonneshijn natuurlijk. Ze vraagt veel zorg en ze doet soms heel onschuldig, maar je moet haar goed in de gaten houden.'

6

Ecologie



BASISSTOF

1	Wat is ecologie?	74
2	Voedselrelaties	78
3	Kringlopen	81
4	Piramides	84
5	Energiestroom in een ecosysteem	86
6	Populaties	88
7	Successie	90
8	Aanpassingen bij dieren	92
9	Aanpassingen bij planten	95

EXTRA BASISSTOF

10	Samenleven	97
11	De bodem	100

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting	101
Diagnostische toets	104

VERRIJKINGSSTOF

1	Ecosystemen in Nederland	110
2	De strooisellaag	112
3	Biotopenkaart	113



Dit thema heet: Ecologie. In dit thema leer je dat de omgeving invloed heeft op een organisme en dat organismen invloed hebben op hun omgeving. Organismen nemen voedingsstoffen op uit hun omgeving. Veel organismen dienen zelf weer als voedsel voor andere organismen. Uiteindelijk gaan alle organismen dood. De stoffen waaruit ze bestaan, worden steeds opnieuw gebruikt. In dit thema leer je dat stoffen niet verloren gaan door de kringlopen in de natuur. In de loop van de tijd zijn soorten ontstaan met specifieke aanpassingen aan hun omgeving. Je leert een aantal van deze aanpassingen bij planten en dieren kennen.

Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 Wat is ecologie?

De wetenschap die de relaties tussen organismen en hun milieu bestudeert, noem je **ecologie**. Eco komt van het Griekse woord *oikos*, dat 'huis' of 'huishouden' betekent. Tegenwoordig wordt 'eco' vaak gebruikt om aan te geven dat iets natuurlijk is.

Wilde natuur hebben we in Nederland niet meer. De natuur beheren we. Dat wil zeggen dat er maatregelen worden genomen om de situatie zoals die is te handhaven of te verbeteren. Ecologen bestuderen de natuurgebieden, waarbij ze ook inventariseren welke organismen in een gebied voorkomen. Het aantal verschillende soorten in een gebied noem je de **biodiversiteit**. Beheerders van een natuurgebied streven vaak naar een zo groot mogelijke biodiversiteit. In de negentiende en twintigste eeuw is de bevolking van Nederland sterk in omvang toegenomen. Veel bos is gekapt om plaats te maken voor akkers, weilanden, wegen en steden. Op dieren die het vee van de boeren bedreigden, werd gejaagd. Uiteindelijk hebben al deze veranderingen ertoe geleid dat de biodiversiteit in Nederland afnam. Veel soorten planten en dieren, zoals wolven, zijn uit Nederland verdwenen (zie afbeelding 1).

▼ Afb. 1

Ecoloog

Ella is ecooloog en onderzoekt natuurgebieden langs de grens met Duitsland. 'In 2013 hebben we vlak over de grens bij Emmen met een 'fotoval' een wolf gespot. Een fotoval is een fototoestel dat automatisch een foto maakt als er iets langs loopt. De meeste mensen zien wolven als echte wilde dieren. In de 19e eeuw kwamen in Nederland nog wolven voor. Er werd toen veel op ze gejaagd. Boeren waren bang dat wolven hun vee zouden doden en door verhalen zoals Roodkapje waren veel mensen bang voor wolven. De laatste wilde wolf is in 1897 in Nederland gezien. Tegen het einde van de twintigste eeuw waren wolven uit heel West-Europa verdwenen. Het verdwijnen van de wolf is niet alleen het gevolg van de jacht. Ook de beschikbaarheid van

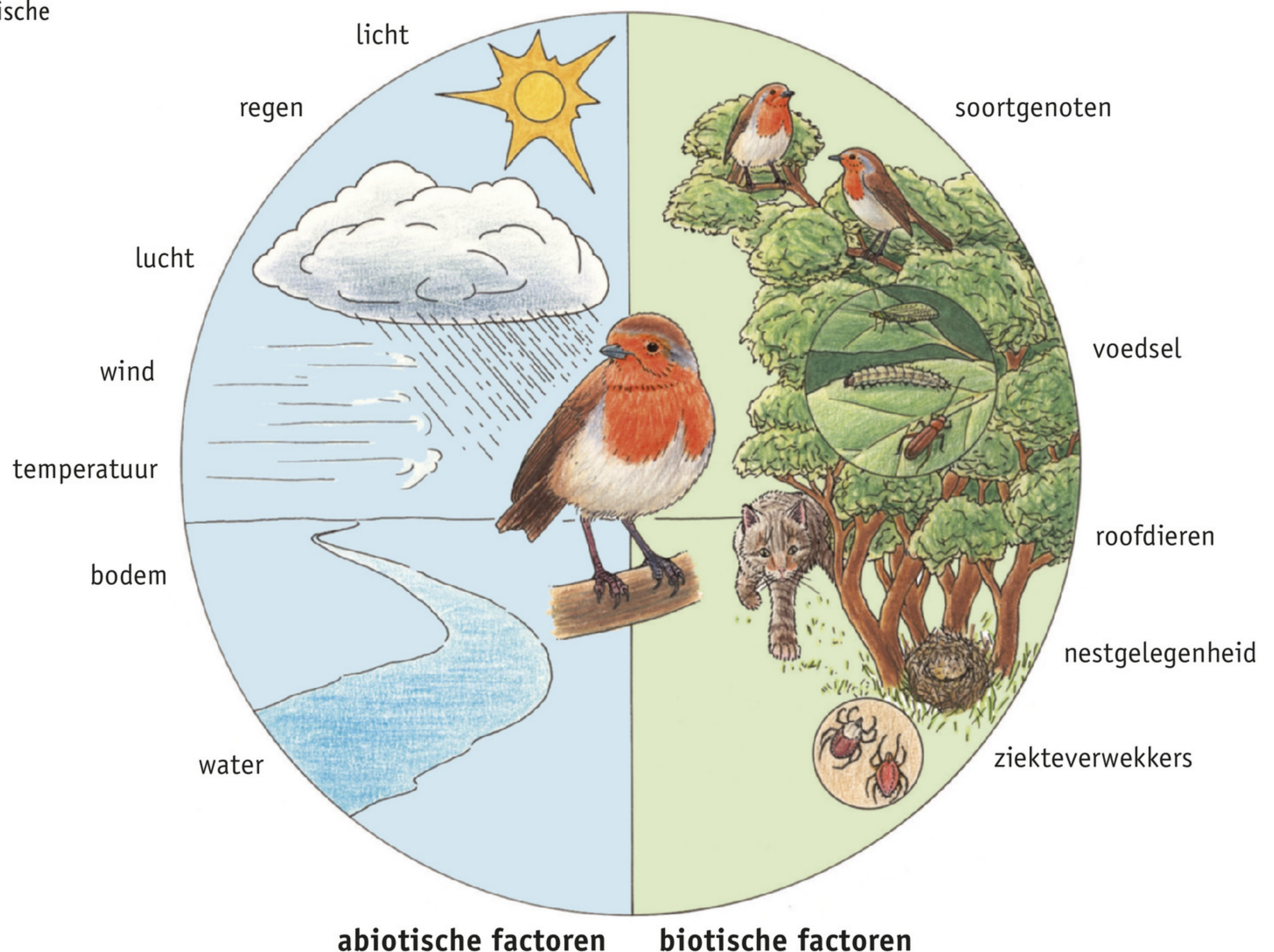


voedsel voor de wolf nam sterk af en hun leefgebied veranderde. Door de aanleg van wegen en doordat steeds meer grond voor landbouw werd gebruikt verdween veel natuurgebied. Wat overbleef, waren vaak kleine geïsoleerde stukken natuur. Door deze versnippering verminderde het aantal grote zoogdieren

zoals herten, en juist op die dieren joegen wolven. In Duitsland zijn wolven weer terug en ik hoop dat ze binnenkort ook weer in Nederland voorkomen. Als wolven terugkomen, weten we dat het goed gaat met de natuur en dat de genomen maatregelen ook echt werken.'

Organismen beïnvloeden hun **milieu** (de leefomgeving). Als konijnen hollen graven, veranderen ze de bodem, en planten geven zuurstof af aan de atmosfeer. Het milieu heeft ook invloed op organismen. Dat kan bijvoorbeeld gaan om soortgenoten, maar ook om dieren of planten die als voedsel dienen of om ziekteverwekkers. Invloeden die afkomstig zijn van de levende natuur zijn **biotische factoren**. Er zijn ook invloeden die afkomstig zijn van de niet levende natuur, zoals de temperatuur, de hoeveelheid water en de samenstelling van de bodem. Deze invloeden noemen we **abiotische factoren** (*a* = zonder; *bios* = leven). In afbeelding 2 zie je een aantal biotische en abiotische factoren die van invloed zijn op een roodborstje.

► **Afb. 2** Biotische en abiotische factoren.



DE NIVEAUS VAN DE ECOLOGIE

De relaties tussen organismen kun je op verschillende niveaus bestuderen (zie afbeelding 3). Eén enkel organisme noem je een **individu**. Als je de relaties tussen een individu en zijn omgeving onderzoekt, doe je onderzoek op het niveau van organismen.

Een individu behoort tot een **populatie**. Een populatie is een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten. De wolven in Polen vormen bijvoorbeeld een populatie en de wolven in Canada vormen een andere populatie. Je kunt de relaties tussen een populatie en het milieu bestuderen. Bijvoorbeeld de invloed van een toename van de hoeveelheid neerslag op een populatie wolven.

► **Afb. 3** De niveaus van de ecologie.



1 individu



2 populatie



3 levensgemeenschap



4 ecosysteem

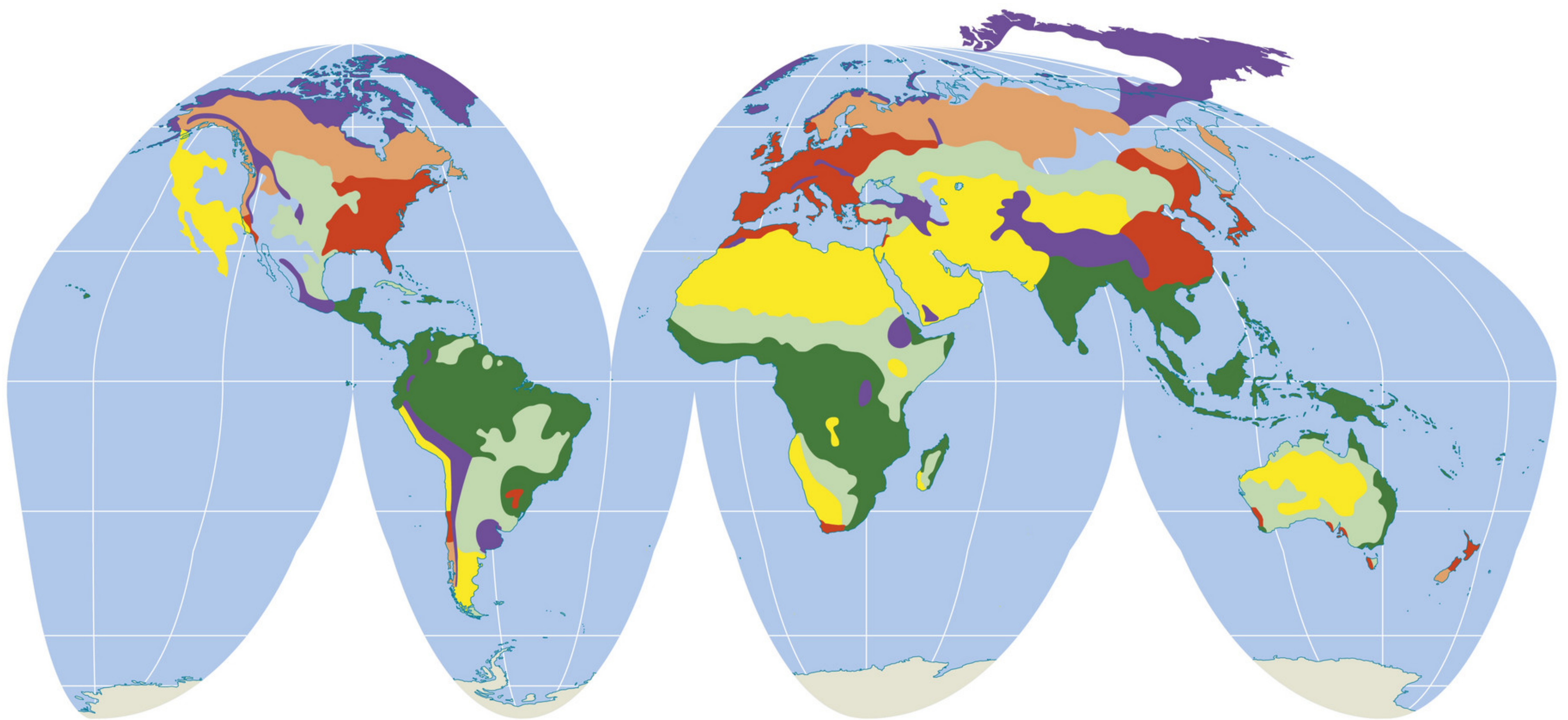
In een bepaald gebied leven populaties van verschillende soorten. Deze populaties vormen samen een **levensgemeenschap**. De levensgemeenschap in een bos kan bestaan uit populaties eiken, beuken, adelaarsvarens, regenwormen, spitsmuisen, koolmezen, vossen en nog veel meer soorten. Al deze populaties beïnvloeden elkaar. Daarnaast hebben abiotische factoren zoals temperatuur, water en bodemgesteldheid grote invloed in een bos. Al deze abiotische factoren samen noem je **biotoop**. In een bos vormt de levensgemeenschap samen met de biotoop een eenheid. Dit geldt niet alleen voor een bos, maar ook voor andere gebieden. Een **ecosysteem** is een gebied waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen. Voorbeelden van ecosystemen zijn een duingebied, een bos, een sloot en een heideveld.

Leven komt op aarde alleen voor in een dunne laag om de aarde. Deze laag noem je de **biosfeer**. In de biosfeer kun je grote gebieden met een kenmerkend klimaat onderscheiden. Zo'n gebied wordt een **biom** genoemd (zie afbeelding 4).

Toendra's bijvoorbeeld zijn koude gebieden dicht bij de Noordpool of op grote hoogte. Er kunnen geen bomen groeien, maar alleen gras, mos en lage struiken.

▼ Afb. 4 Biomen.

WB OPDRACHT 1 T/M 4 BLZ. 44



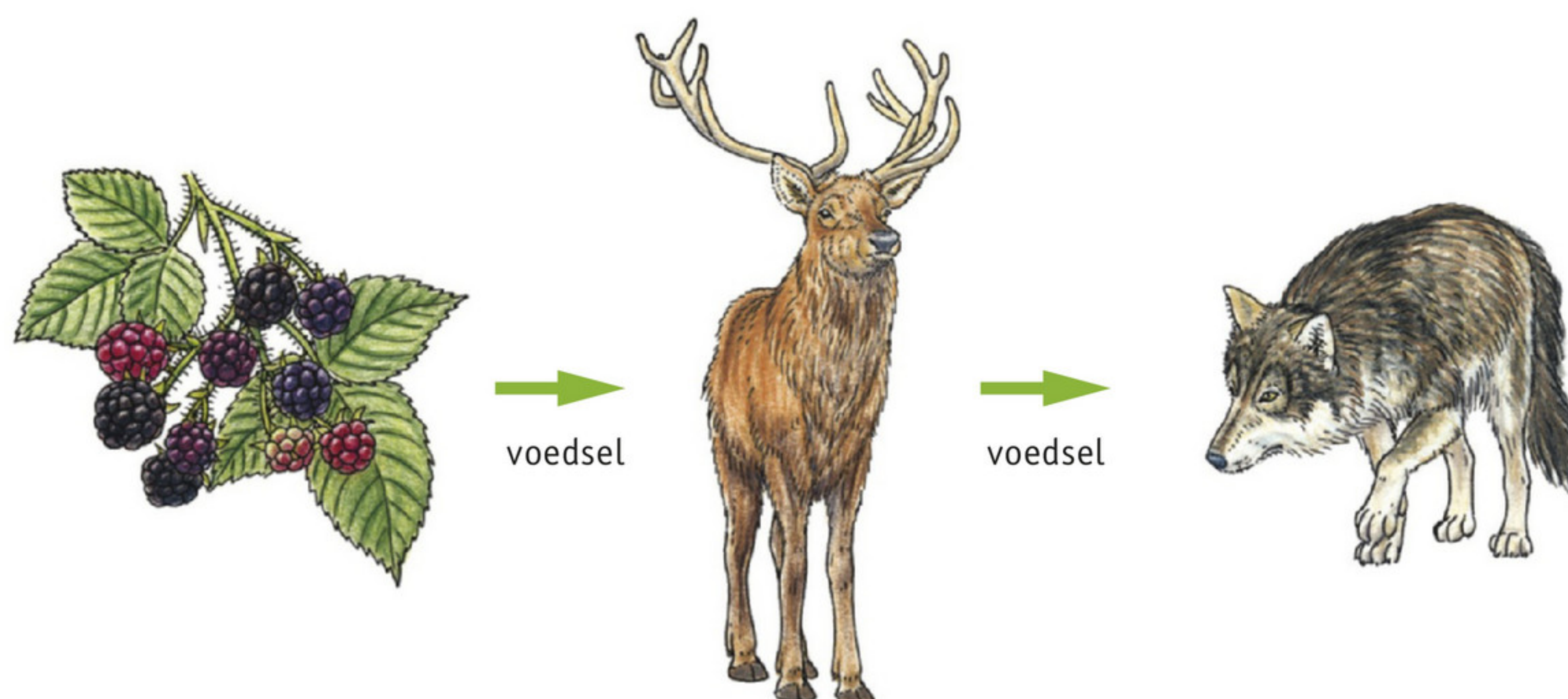
Legenda:

- toendra en ijs
- naaldbossen
- loofbossen
- graslanden
- tropische bossen
- woestijnen

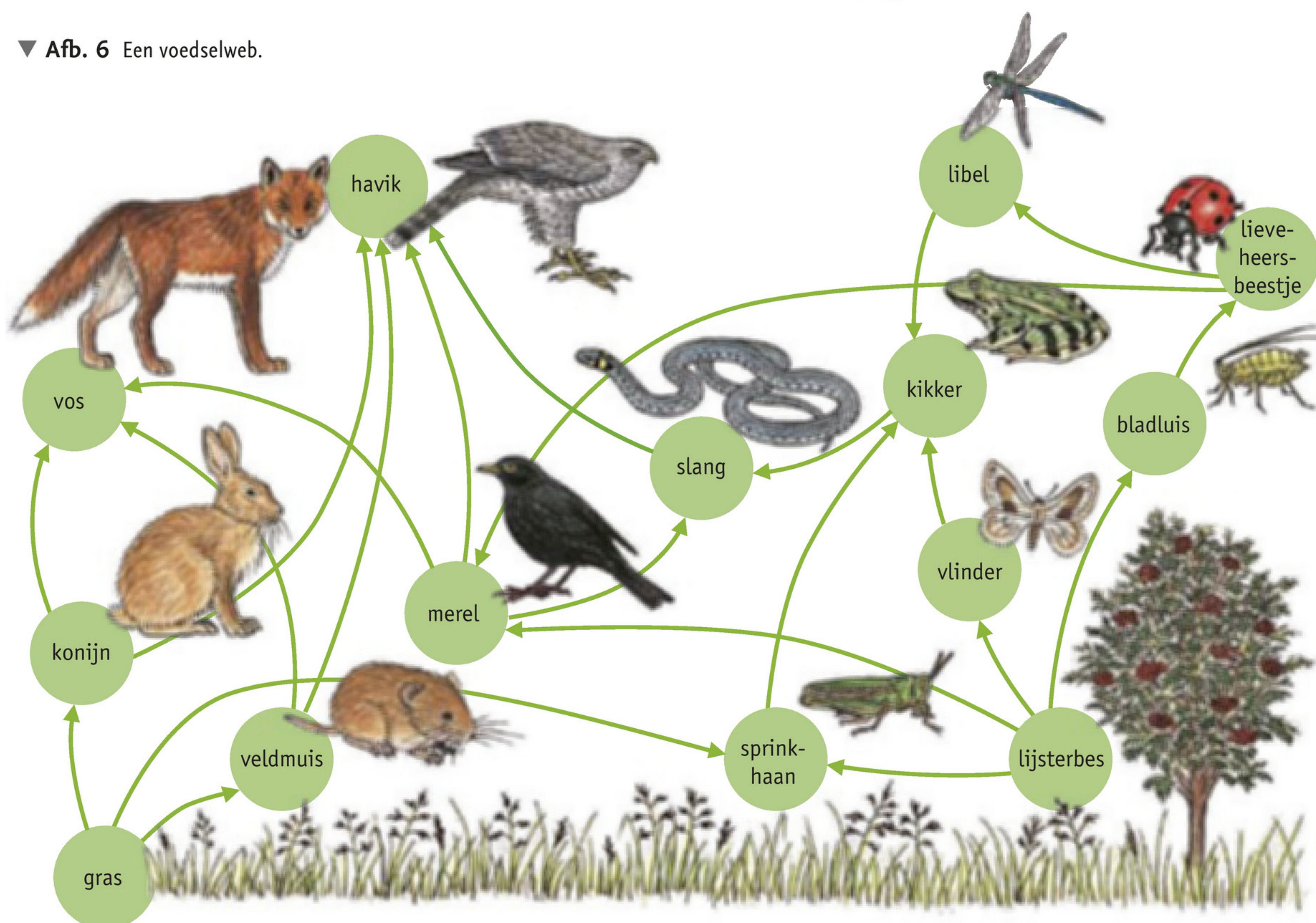
2 Voedselrelaties

In een ecosysteem spelen voedselrelaties een belangrijke rol. Een wolf komt alleen in een ecosysteem voor als hij er prooiën kan vangen. Wolven zijn **carnivoren** (**vleeseters**). Ze jagen het liefst in groepen op herten. Herten eten bessen, jonge blaadjes en knoppen van planten. Het zijn **herbivoren** (**planteneters**). Braam, hert en wolf vormen samen een **voedselketen** (zie afbeelding 5). Een voedselketen is een reeks soorten, waarbij elke soort de voedselbron is voor de volgende soort. De eerste **schakel** in een voedselketen is altijd een plantensoort.

► Afb. 5 Een voedselketen.



▼ Afb. 6 Een voedselweb.



▼ **Afb. 7** Een merel is een alleseter.



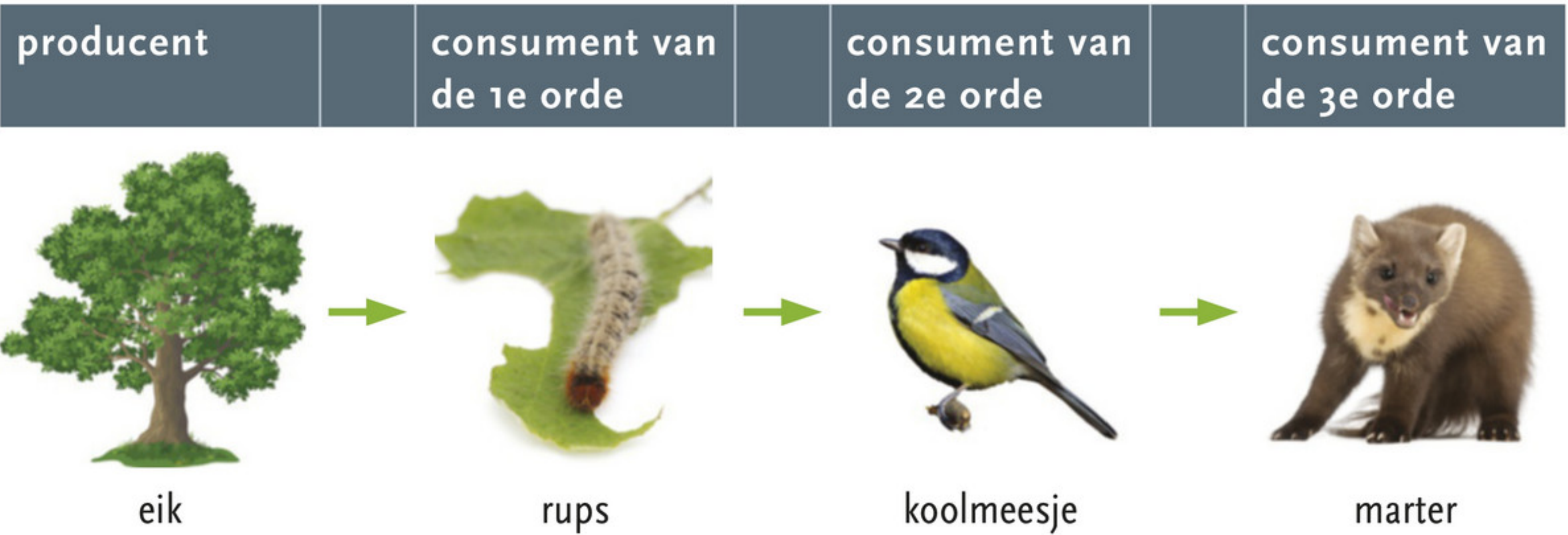
► **Afb. 8** Producenten en consumenten.

In werkelijkheid is er in een ecosysteem nooit sprake van maar één voedselketen. Elke soort kan tot voedsel dienen van veel andere soorten. In een ecosysteem lopen dan ook meerdere voedselketens door elkaar. Een **voedselweb** of **voedsel-net** is het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem. In afbeelding 6 is een voedselweb getekend. In een voedselweb kunnen dieren voorkomen die zowel planten als dieren eten. Deze dieren zijn **omnivoren** (**alleseters**, zie afbeelding 7).

WB OPDRACHT 5 T/M 7 BLZ. 48

PRODUCENTEN, CONSUMENTEN EN REDUCENTEN

In deel 1 heb je geleerd dat in planten fotosynthese plaatsvindt en dat daarbij glucose ontstaat. De glucose gebruikt de plant om de stoffen te maken waaruit de plant zelf bestaat. Hiervoor zijn ook mineralen (zouten) nodig, die de plant opneemt uit de bodem. We noemen planten **producenten**, omdat ze zelf voedingsstoffen kunnen produceren. Dieren eten (consumeren) andere organismen. We noemen dieren daarom **consumenten**. Om aan te geven waar in een voedselketen consumenten staan, worden planteneters **consumenten van de eerste orde** genoemd, vleeseters **consumenten van de tweede orde**, enzovoort (zie afbeelding 8). Alleseters zijn in de ene voedselketen consumenten van de eerste orde, maar kunnen in een andere voedselketen consumenten van de tweede of zelfs derde orde zijn.

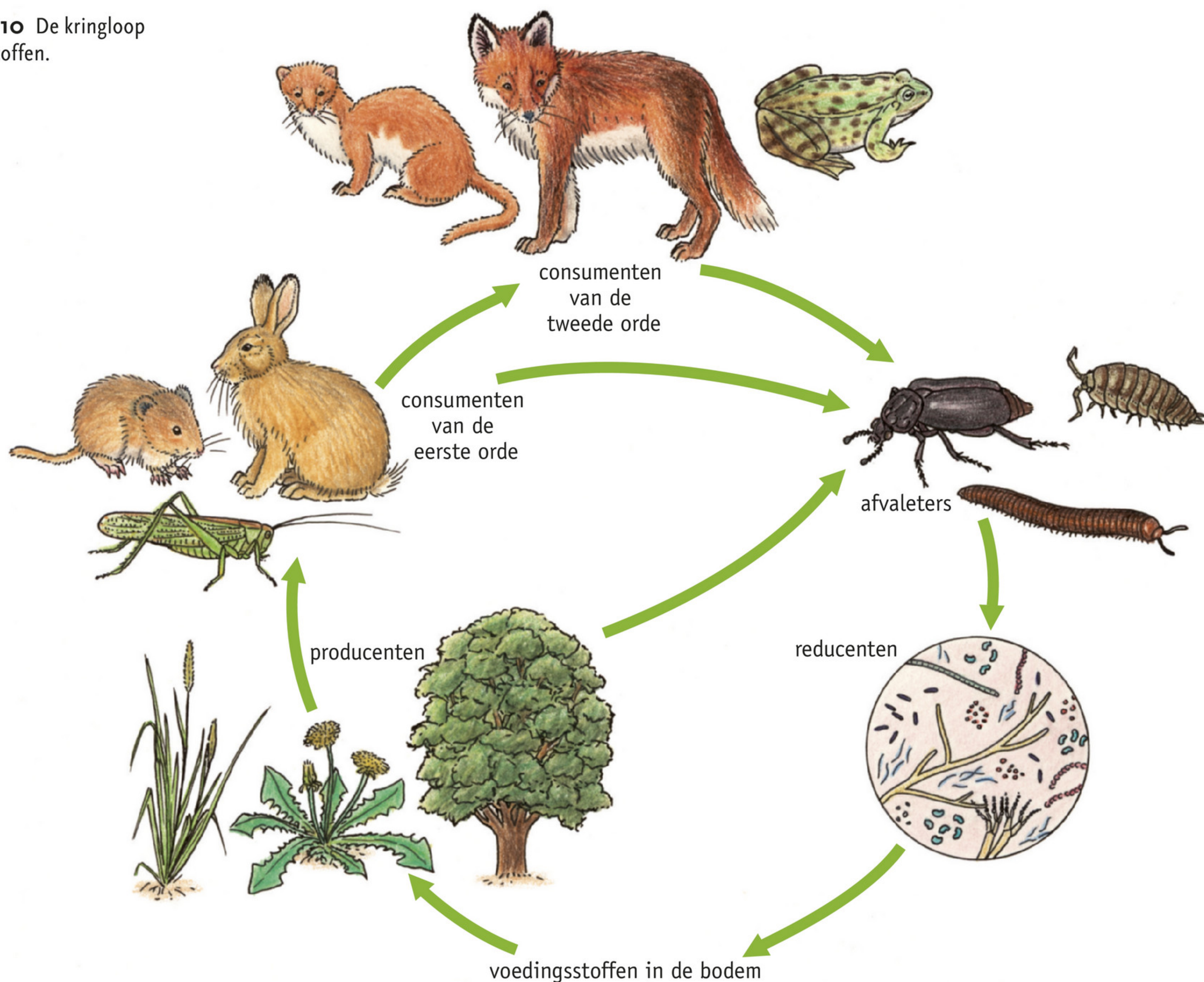


Niet alle planten en dieren worden gegeten. Ze kunnen ook gewoon doodgaan. Dieren die leven van dode resten van planten en dieren zijn **afvaleters** (zie afbeelding 9). Afvaleters gaan uiteindelijk ook dood. Alle resten van planten en dieren worden verder afgebroken door bacteriën en schimmels.

▼ **Afb. 9** Afvaleters.



► **Afb. 10** De kringloop van stoffen.



We noemen deze bacteriën en schimmels **reducenten**. Door de reducenten ontstaan stoffen (mineralen) die de producenten weer kunnen opnemen. Stoffen van planten komen dus via dieren, afvalers, bacteriën en schimmels uiteindelijk weer bij planten terecht. In de natuur maken alle stoffen een **kringloop** door (zie afbeelding 10).

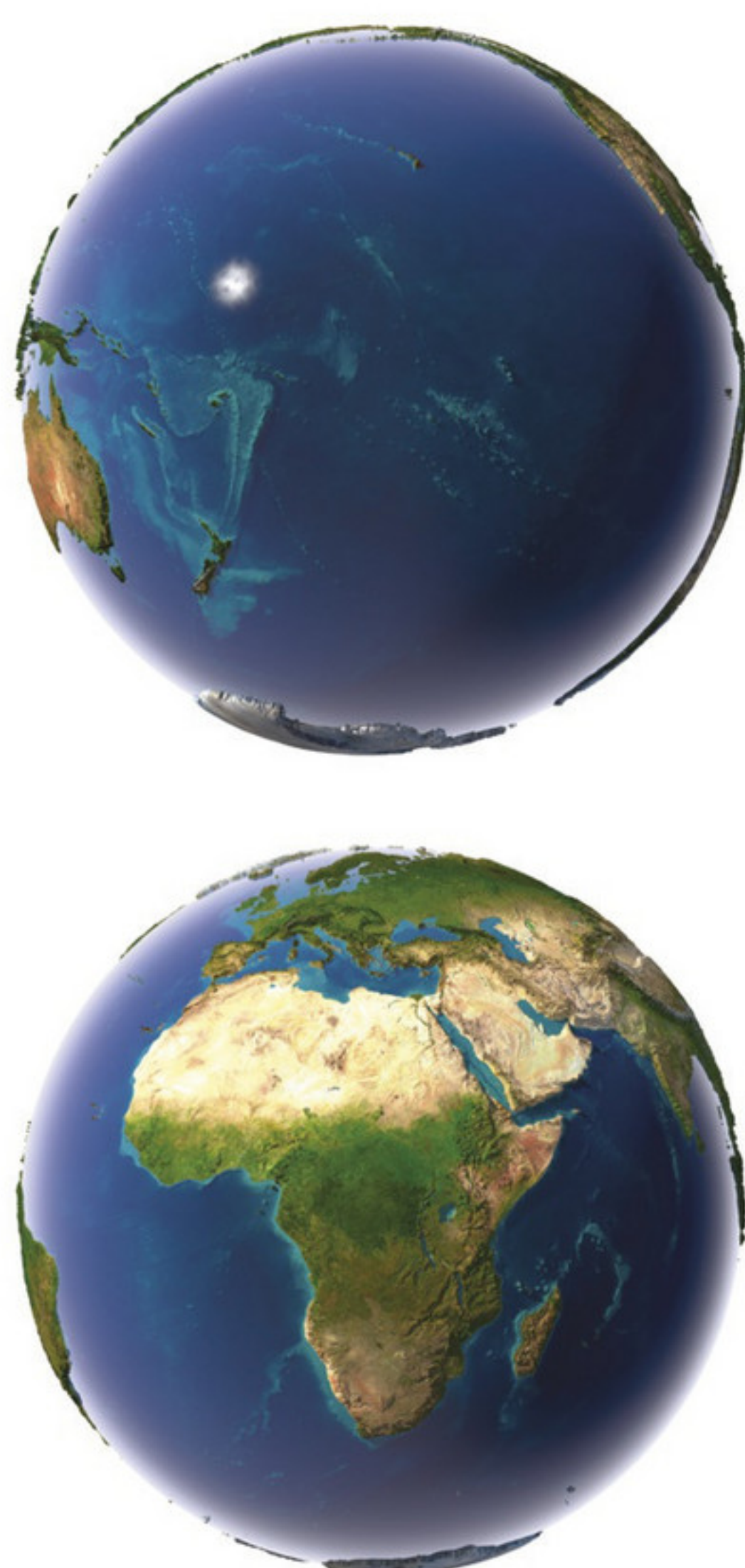
AUTOTROOF EN HETEROTROOF

Stoffen uit de levenloze natuur, zoals water en koolstofdioxide, bevatten weinig energie. Planten kunnen deze **energiearme** stoffen door fotosynthese omzetten in **energierijke** stoffen, zoals glucose. Daardoor heeft elke voedselketen als eerste schakel een plantensoort. Planten voeden zich niet met andere organismen. De energie die ze nodig hebben, halen ze uit zonlicht. We noemen planten daarom **autotroof** (*autos* = zelf; *trophein* = voeden).

Dieren, schimmels en de meeste bacteriën hebben geen bladgroen. Deze organismen voeden zich met andere organismen. We noemen ze daarom **heterotroof** (*heteros* = ander; *trophein* = voeden). Heterotrofe organismen kunnen zelf geen energierijke stoffen maken uit energiearme stoffen. Ze moeten energierijke stoffen binnenkrijgen met hun voedsel. Daarvoor moeten ze (delen van) andere organismen eten.

3 Kringlopen

▼ **Afb. 11** Oceanen en zeeën bedekken ongeveer 75% van het aardoppervlak.



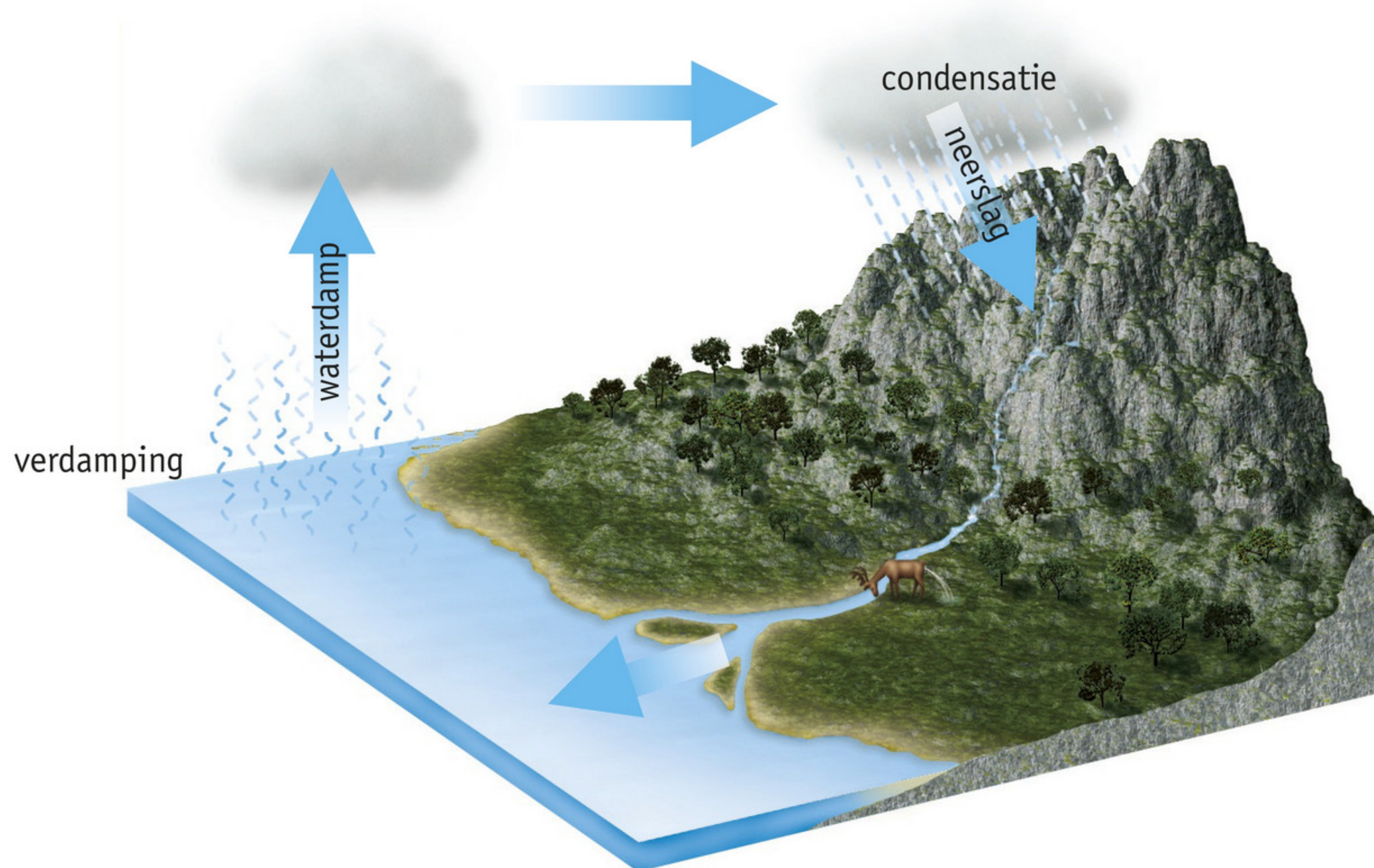
Je hebt geleerd dat stoffen in de natuur een kringloop doormaken. Je kunt ook een kringloop maken van één bepaalde stof. Zo bestaan er onder andere kringlopen van water, koolstof en stikstof.

DE KRINGLOOP VAN WATER

Water is een belangrijke stof voor levende wezens. Dit komt doordat de scheikundige reacties in organismen altijd in water plaatsvinden. Water speelt ook een belangrijke rol bij het vervoeren van stoffen in organismen. In de natuur doorloopt water een kringloop. Het meeste water bevindt zich in de oceanen en zeeën. Samen bedekken deze ongeveer 75% van het aardoppervlak (zie afbeelding 11). Uit de oceanen en zeeën verdampt water, vooral als het warm is. De **waterdamp** die ontstaat, stijgt op en komt steeds hoger. Hoger in de lucht is de temperatuur laag, waardoor de waterdamp condenseert. Door de **condensatie** ontstaan kleine waterdruppels, die wolken vormen. Als de waterdruppels groter worden, ontstaat regen. Als de lucht erg koud is, kan de waterdamp vast worden. Er ontstaan sneeuw kristallen, waardoor het kan gaan sneeuwen. Soms bevriezen de waterdruppels terwijl ze naar beneden vallen en ontstaan hagelstenen. Door deze **neerslag** (regen, sneeuw of hagel) keert het water dat is verdampt uit de oceanen en zeeën terug op het aardoppervlak. De neerslag die op het land valt, vormt rivieren. Het rivierwater stroomt uiteindelijk terug naar de oceanen en zeeën. Zo is de kringloop van water compleet (zie afbeelding 12).

WB OPDRACHT 12 BLZ. 53

► **Afb. 12** De kringloop van water.



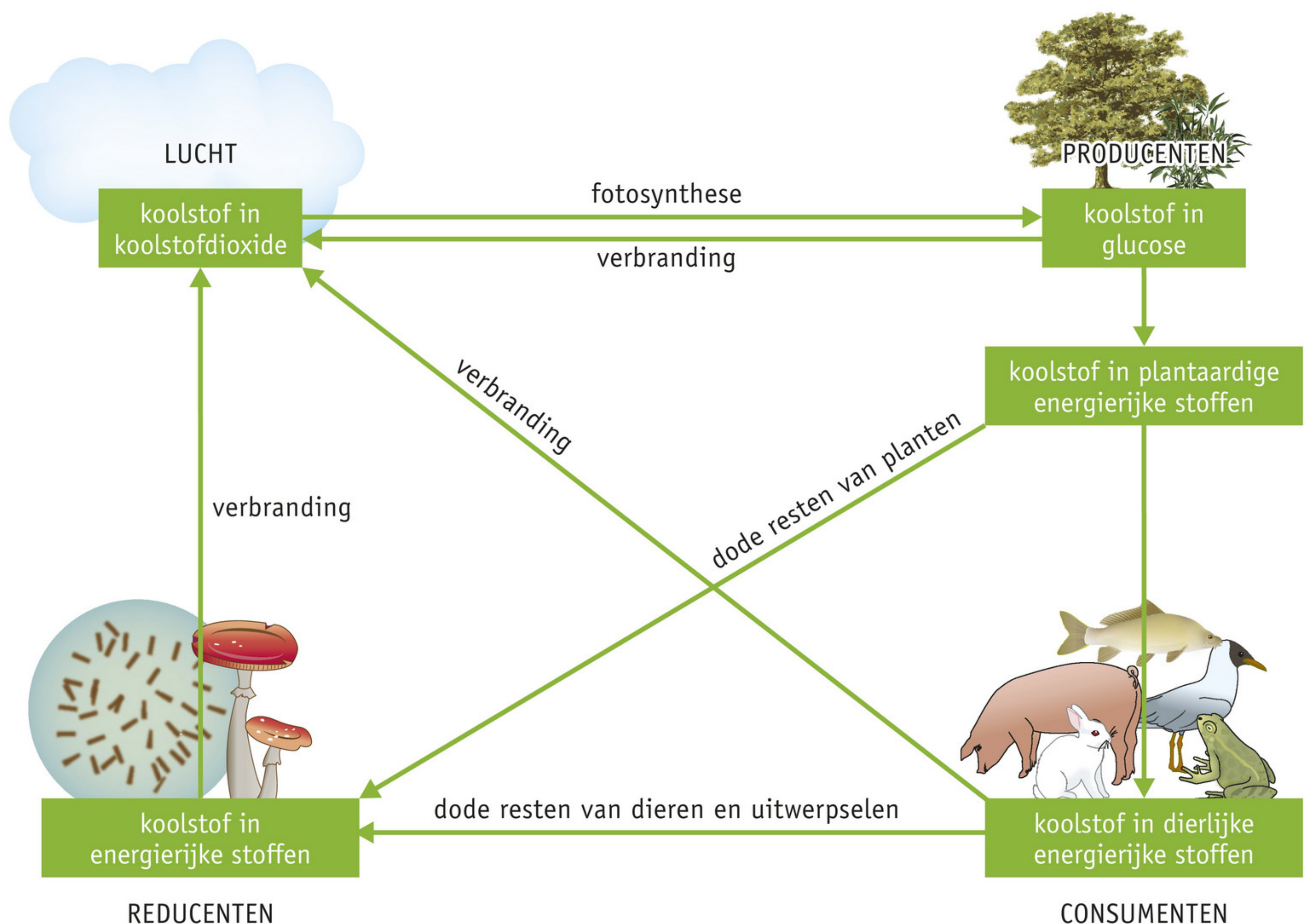
DE KRINGLOOP VAN KOOLSTOF

In afbeelding 13 is de kringloop van koolstof schematisch weergegeven. In de lucht komen koolstofatomen voor in **koolstofdioxide**. Planten (producenten) nemen koolstofdioxide op uit de lucht. Ze gebruiken dit bij de fotosynthese, waardoor **glucose** ontstaat. Koolstofatomen bevinden zich nu in glucosemoleculen. Voor fotosynthese is zonlicht nodig. Een deel van de energie van zonlicht is opgeslagen in de glucose.

In thema 1 Verbranding en ademhaling heb je geleerd dat cellen in je lichaam glucose gebruiken als brandstof. Door de verbranding komt energie uit de glucose vrij. Deze energie gebruik je voor allerlei levensprocessen, zoals bewegen of het handhaven van je lichaamstemperatuur.

Ook bij planten vindt verbranding plaats. Een deel van de glucose die bij de fotosynthese is ontstaan, wordt verbruikt bij de verbranding in de cellen van de planten. Hierbij ontstaat onder andere koolstofdioxide. Een ander deel van de gevormde glucose wordt omgezet in allerlei andere energierijke stoffen (koolhydraten, eiwitten en vetten).

▼ **Afb. 13** De koolstofkringloop (schematisch).



Als een plant wordt gegeten door een dier, komen de energierijke stoffen uit de plant in het dier terecht. Een deel van deze stoffen dient als brandstof in de cellen van het lichaam van dieren. Hierbij ontstaat ook koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven. Een ander deel van de energierijke stoffen dient als bouwstof. De koolstof komt nu voor in de energierijke stoffen van dieren (koolhydraten, eiwitten en vetten). Een laatste deel van de plantaardige stoffen wordt niet verteerd; dit deel verlaat het lichaam van het dier met de uitwerpselen.

Een dier kan op zijn beurt worden gegeten door een ander dier of door een mens. Zo kan de koolstof van het ene organisme terechtkomen in het andere organisme. Planten en dieren kunnen sterven zonder te worden gegeten. De stoffen in de

▼ **Afb. 14** Reducenten brengen de koolstof uit dode resten van organismen terug in de lucht.



dode resten van organismen en in de uitwerpselen van dieren worden opgenomen door bacteriën en schimmels (reducenten). Bacteriën en schimmels verbruiken het grootste deel van de opgenomen energierijke stoffen als brandstoffen bij de verbranding. Hierbij ontstaat weer koolstofdioxide, dat aan de lucht wordt afgegeven. Bacteriën en schimmels ruimen de dode resten van organismen op en brengen de koolstof uit deze dode resten weer terug in de lucht (zie afbeelding 14)

DE KRINGLOOP VAN STIKSTOF

In afbeelding 15 is de kringloop van stikstof schematisch weergegeven.

Stikstofzouten zijn mineralen in de bodem die stikstofatomen bevatten.

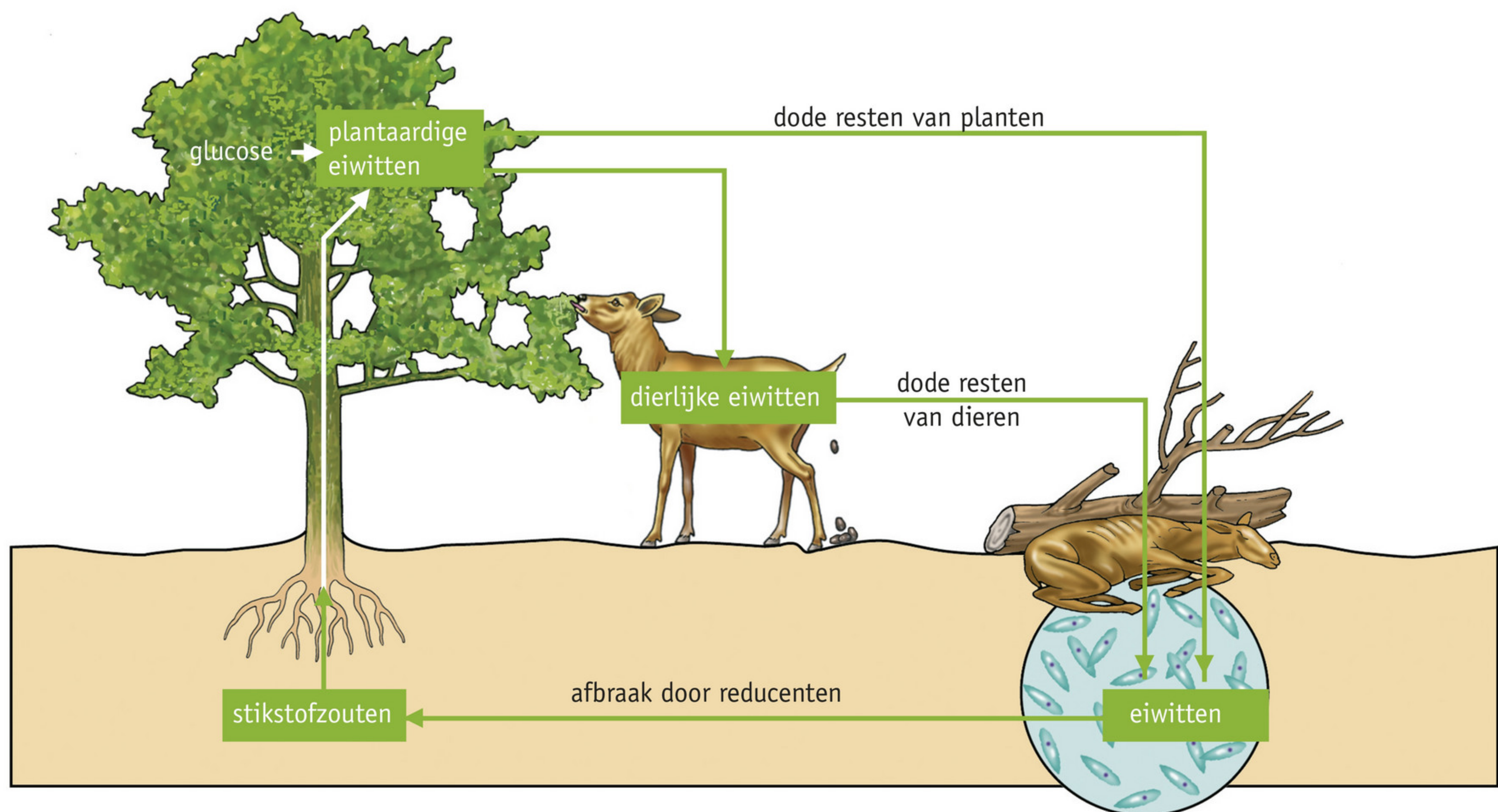
Stikstofzouten lossen op in water. In het water dat planten met hun wortels opnemen, zitten daardoor stikstofzouten. Planten hebben stikstofzouten nodig om **eiwitten** te kunnen maken. Hiervoor hebben ze ook een deel nodig van de glucose die is ontstaan bij de fotosynthese.

Als dieren planten eten, krijgen ze eiwitten van planten binnen. In hun darmen breken ze de eiwitten af. De stoffen die daarbij ontstaan, gebruiken ze om hun eigen eiwitten te maken.

Bacteriën en schimmels breken de eiwitten af die voorkomen in de resten van planten en dieren. Daarbij ontstaan uiteindelijk weer stikstofzouten, die in de bodem terechtkomen (zie afbeelding 15).

WB OPDRACHT 13 EN 14 BLZ. 53

▼ **Afb. 15** Stikstofkringloop.

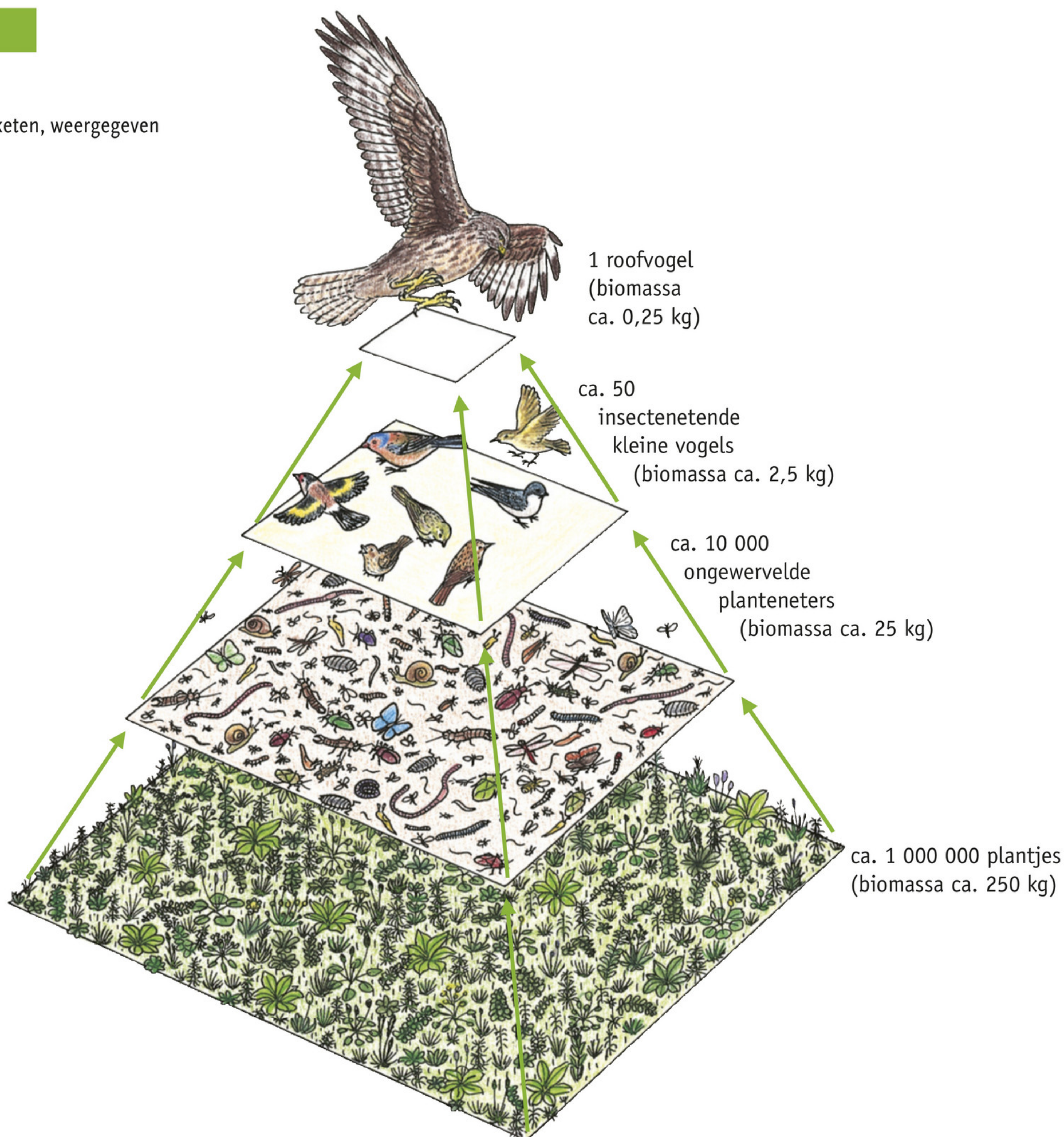


4 Piramides

▼ **Afb. 16** Algemene voedselketen.



► **Afb. 17** Een voedselketen, weergegeven als een piramide.



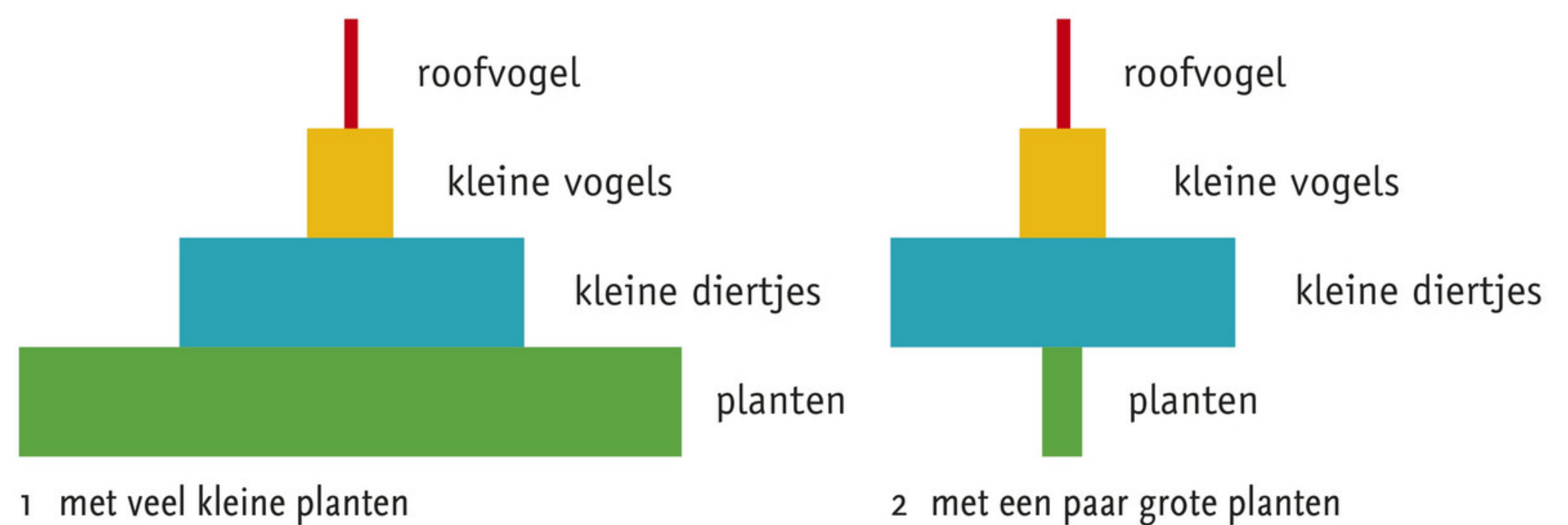
In een ecosysteem vormen alle voedselrelaties samen een voedselweb. Zo'n voedselweb is meestal te ingewikkeld om goed te kunnen bestuderen. Door alle organismen van een ecosysteem in te delen in producenten, consumenten van de eerste orde, consumenten van de tweede orde, enzovoort ontstaat een algemene voedselketen (zie afbeelding 18). Die is gemakkelijker te bestuderen.

PIRAMIDE VAN AANTALLEN

In een voedselketen telt elke volgende schakel meestal minder individuen dan de vorige schakel. Hoeveel individuen elke schakel van een voedselketen heeft, kan worden weergegeven in een **piramide van aantallen**. In afbeelding 17 is zo'n piramide schematisch weergegeven. In deze afbeelding zie je dat de producenten

talrijker zijn dan de consumenten van de eerste orde. De consumenten van de eerste orde zijn weer talrijker dan de consumenten van de tweede orde, enzovoort. In een voedselketen wordt het aantal individuen meestal kleiner in elke volgende schakel, maar dit hoeft niet altijd zo te zijn. Het aantal bomen in een bos is bijvoorbeeld kleiner dan het aantal planteneters (slakken, rupsen, kevers). De talrijke planteneters dienen weer wel als voedsel voor een kleiner aantal vogels. In afbeelding 18 zijn piramides van aantallen schematisch weergegeven.

► **Afb. 18** Piramides van aantallen.



PIRAMIDE VAN BIOMASSA

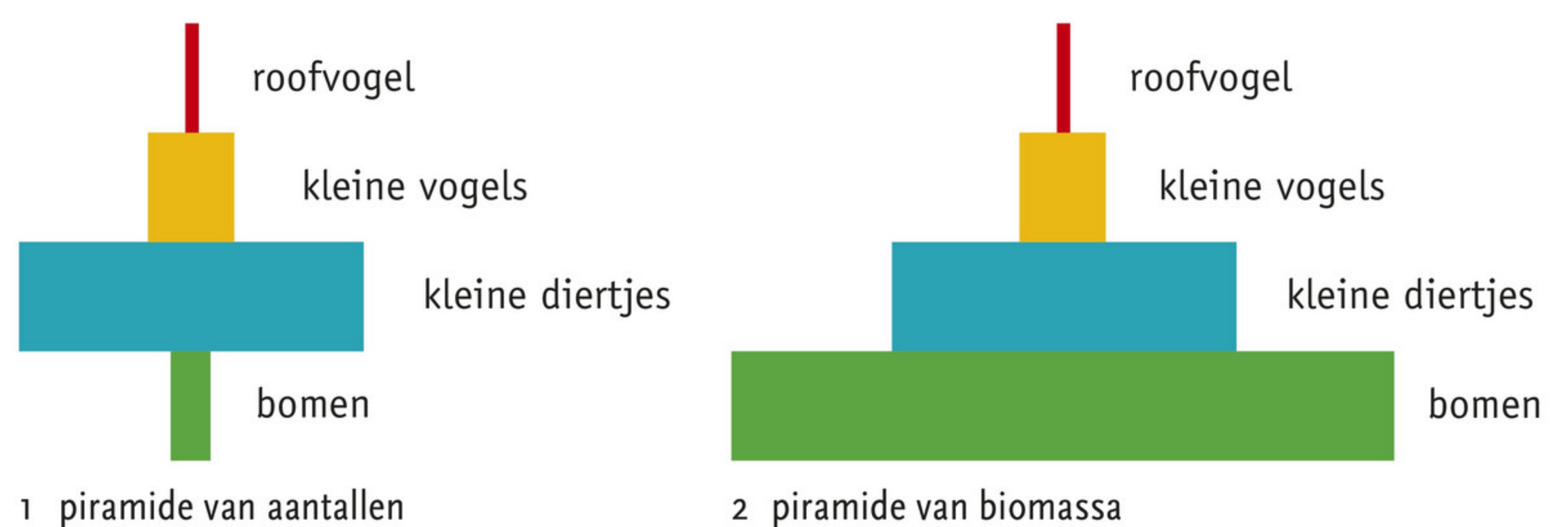
Elk organisme bestaat uit veel verschillende stoffen, zoals water, koolhydraten, eiwitten, vetten en mineralen. Je hebt geleerd dat koolhydraten, eiwitten en vetten energierijke stoffen zijn. Het totale gewicht van alle energierijke stoffen in een organisme wordt de **biomassa** van dat organisme genoemd.

Van een voedselketen kun je nagaan hoeveel biomassa elke schakel heeft. Je moet dan de gezamenlijke biomassa van alle organismen van een schakel berekenen. In een **piramide van biomassa** wordt de biomassa van elke schakel van een voedselketen weergegeven. In afbeelding 19.2 zie je een piramide van biomassa. Uit deze afbeelding blijkt dat de biomassa van de planten onder in de piramide veel groter is dan de biomassa van de planteneters daarboven. Deze is weer groter dan de biomassa van de insectenetende vogels, enzovoort. De piramide van aantallen kan bij sommige ecosystemen een afwijkende vorm hebben (zie afbeelding 19.1), maar de piramide van biomassa heeft altijd een piramidevorm (zie afbeelding 19.2).

In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.

WB OPDRACHT 15 T/M 17 BLZ. 55

► **Afb. 19** Piramides van dezelfde voedselketen.



5 Energiestroom in een ecosysteem

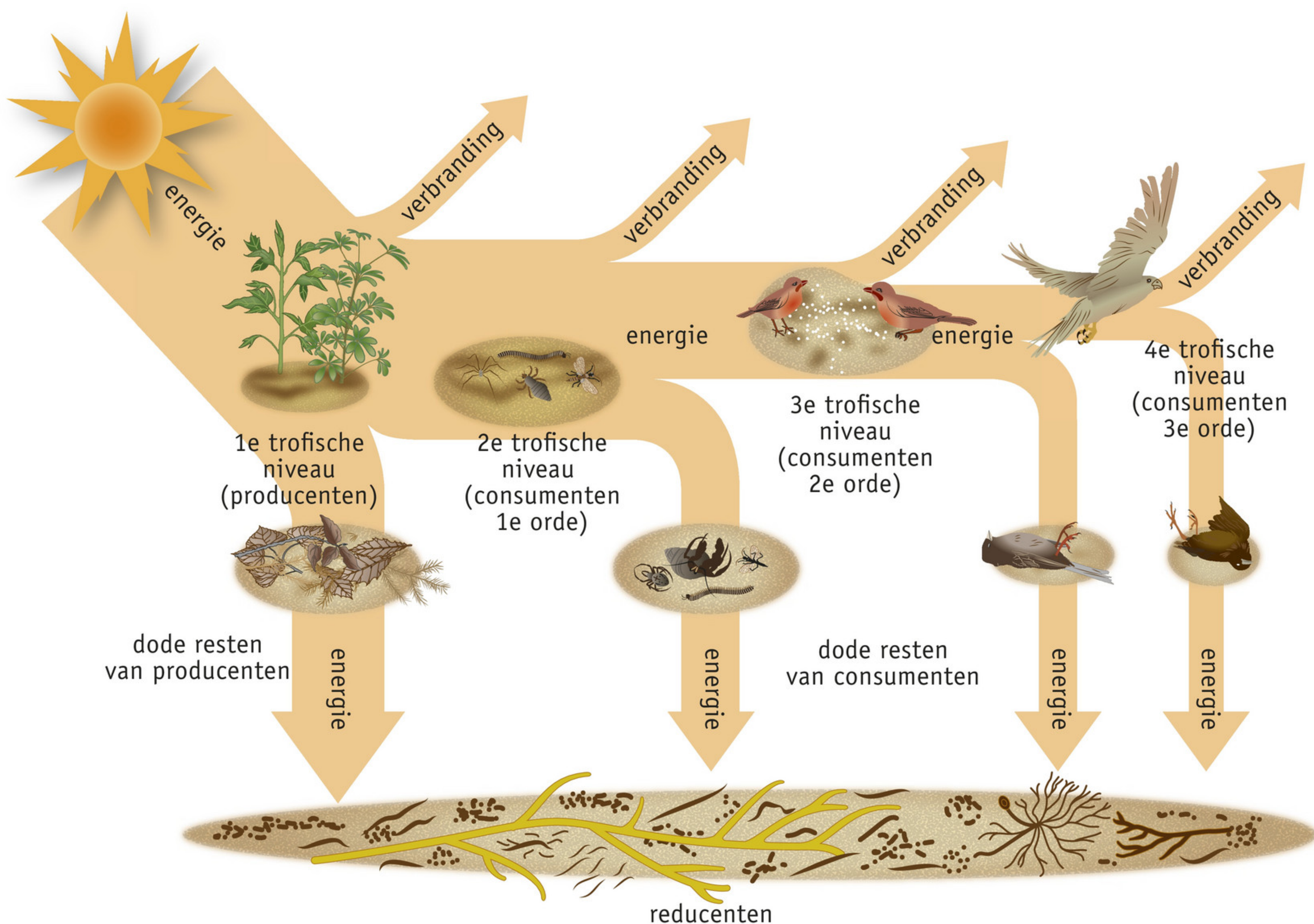
De plaats van een organisme in een voedselketen noem je het **trofische niveau**. Producenten vormen het eerste trofische niveau, consumenten van de eerste orde het tweede trofische niveau, consumenten van de tweede orde het derde trofische niveau, enzovoort. In ieder trofisch niveau neemt de biomassa af. Dit komt doordat de energie in het voedsel op verschillende manieren wordt gebruikt.

ENERGIESTROOM

In ecosystemen wordt energie van het ene trofische niveau doorgegeven aan het volgende trofische niveau. Er is sprake van een **energiestroom** (zie afbeelding 20). Planten leggen door middel van fotosynthese energie van (zon)licht vast in glucose. In planten ontstaan uit glucose andere stoffen. Omdat de energie uit de glucose nu in deze andere stoffen zit, spreken we van **energierijke organische stoffen**. Voorbeelden van zulke stoffen zijn DNA, eiwitten, koolhydraten en vetten. Het zijn de bouwstoffen waaruit organismen bestaan.

Om deze bouwstoffen te produceren is energie nodig. In de cellen van planten vindt dan ook verbranding van glucose plaats. Ook voor andere processen, zoals het vervoer van stoffen, is energie nodig. Door deze verbranding is een deel van de vastgelegde energie niet beschikbaar voor het volgende trofische niveau. Deze energie komt uiteindelijk vrij in de vorm van warmte.

▼ **Afb. 20** Energiestroom in een ecosysteem.



Een deel van de biomassa van de producenten wordt gegeten door consumenten. De energie uit de producenten wordt zo doorgegeven aan het volgende trofische niveau. De consumenten gebruiken een deel van de energierijke stoffen om te groeien. Hun biomassa wordt hierdoor groter. De rest van de energierijke stoffen wordt verbrand. Hierdoor komt energie vrij, bijvoorbeeld om te bewegen.

Bij elke schakel van een voedselketen ontstaat afval van organismen en sterven individuen zonder dat ze worden gegeten. De energierijke stoffen van deze dode resten verdwijnen uit de voedselketen. De energie in deze stoffen wordt benut door reducenten. Uiteindelijk worden alle energierijke stoffen verbrand. Water, koolstofdioxide en zouten komen daardoor weer beschikbaar voor planten, die de energie uit zonlicht opnieuw kunnen vastleggen.

INSECTEN ETEN

De meeste dieren in de veeteelt gebruiken slechts een klein deel van de opgenomen energierijke stoffen als bouwstoffen. Het grootste deel gebruiken ze als brandstoffen. Voor iedere kilogram vlees die een dier groeit, moet het vele kilogrammen voedsel hebben gegeten. Alleen deze kilogram vlees kan worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen. Bij insecten is de verhouding tussen de hoeveelheid opgenomen en doorgegeven energie een stuk gunstiger. Daardoor, en door de groei van de wereldbevolking, wordt steeds vaker geadviseerd om insecten te eten. In niet-westerse landen is het eten van insecten heel normaal (zie afbeelding 21).

WB OPDRACHT 18 EN 19 BLZ. 57

► **Afb. 21** Door insecten te eten gaat minder energie verloren.



6 Populaties

In een ecosysteem is een populatie van een bepaalde soort niet steeds even groot (zie afbeelding 22). Als de omstandigheden gunstig zijn, kan een populatie groter worden. Bijvoorbeeld als er veel voedsel beschikbaar is of als er weinig vijanden (roofdieren) zijn. Als alle biotische en abiotische factoren de meest gunstige waarden hebben, spreken we van **optimale omstandigheden**. De kans dat een populatie groeit, is dan het grootst. Er kunnen echter ook ongunstige omstandigheden zijn. Hierdoor kan een populatie kleiner worden.

▼ Afb. 22

Planoloog

‘Hallo, ik ben Sjouke. Ik werk als planoloog bij de Rijksoverheid. Tot de werkzaamheden van een planoloog behoort de inrichting van natuurgebieden, woonwijken en industrieterreinen. Een project waaraan ik heb deelgenomen had als doel om de kwaliteit van een meer in een natuurgebied te verbeteren. Vroeger was het water in het meer helder en leefden er onder andere bittervoorns en snoeken. Bittervoorns hebben zoetwatermosselen nodig, want die gebruiken ze om hun eieren in te leggen. Als er veel bittervoorns zijn, kunnen er ook veel snoeken leven. Door bemesting van de akkers in de buurt van het meertje was er veel mest in het meer gekomen. Hierdoor groeiden de algen en andere waterplanten goed. Er zakte veel dood plantaardig materiaal naar de bodem, waar het door reducenten werd afgebroken. Die reducenten verbruiken veel zuurstof, waardoor het water bij de bodem zuurstofarm werd en de mosselen stierven.’



Een van de maatregelen die we hebben genomen was schoon water door het meertje laten stromen. Hierdoor nam het aantal algen af. Na enige tijd kwamen er weer mosselen en bittervoorns. Daarop nam ook het aantal snoeken weer toe. Schommelingen in aantallen komen in de natuur vaak voor, maar in het meer was het natuurlijk evenwicht verstoord en dat hebben we kunnen herstellen.’

▼ Afb. 23 Een biologisch evenwicht tussen rupsen en koolmezen (schematisch).

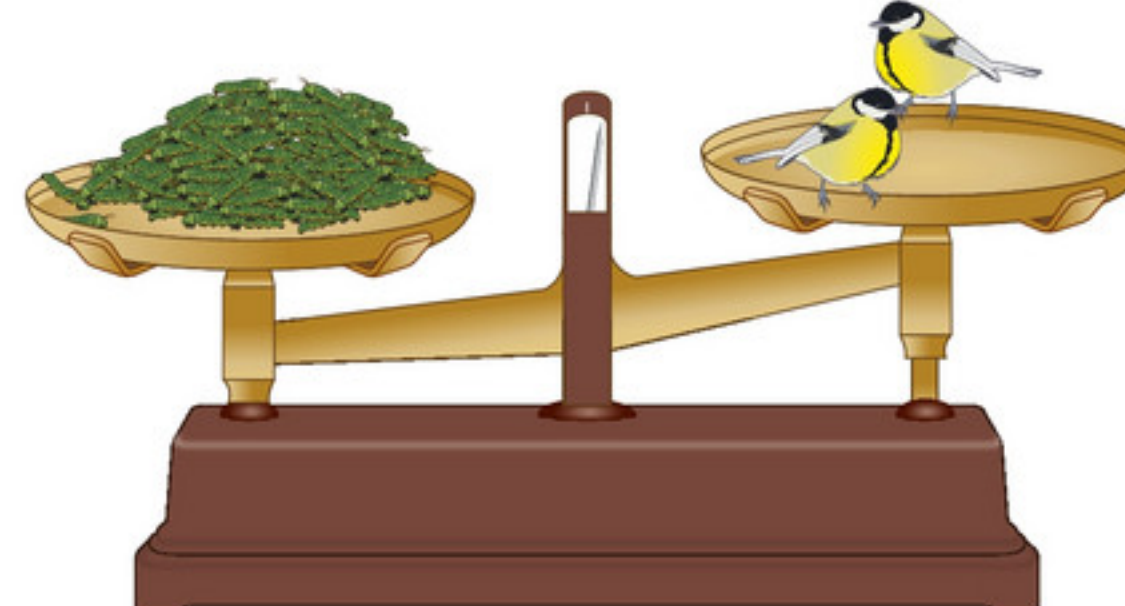
In veel ecosystemen worden de populaties soms groter, dan weer kleiner. De **populatiegrootte** schommelt door de jaren heen om een evenwichtswaarde. We noemen dat een **biologisch evenwicht** (zie afbeelding 23).



1e jaar
– in een bos leeft een populatie koolmezen van rupsen



2e jaar
– door een koud voorjaar zijn er weinig rupsen
– de koolmezen brengen weinig jongen voort



3e jaar
– er zijn weinig koolmezen
– er zijn veel rupsen
– de koolmezen brengen veel jongen voort



4e jaar
– normale omstandigheden

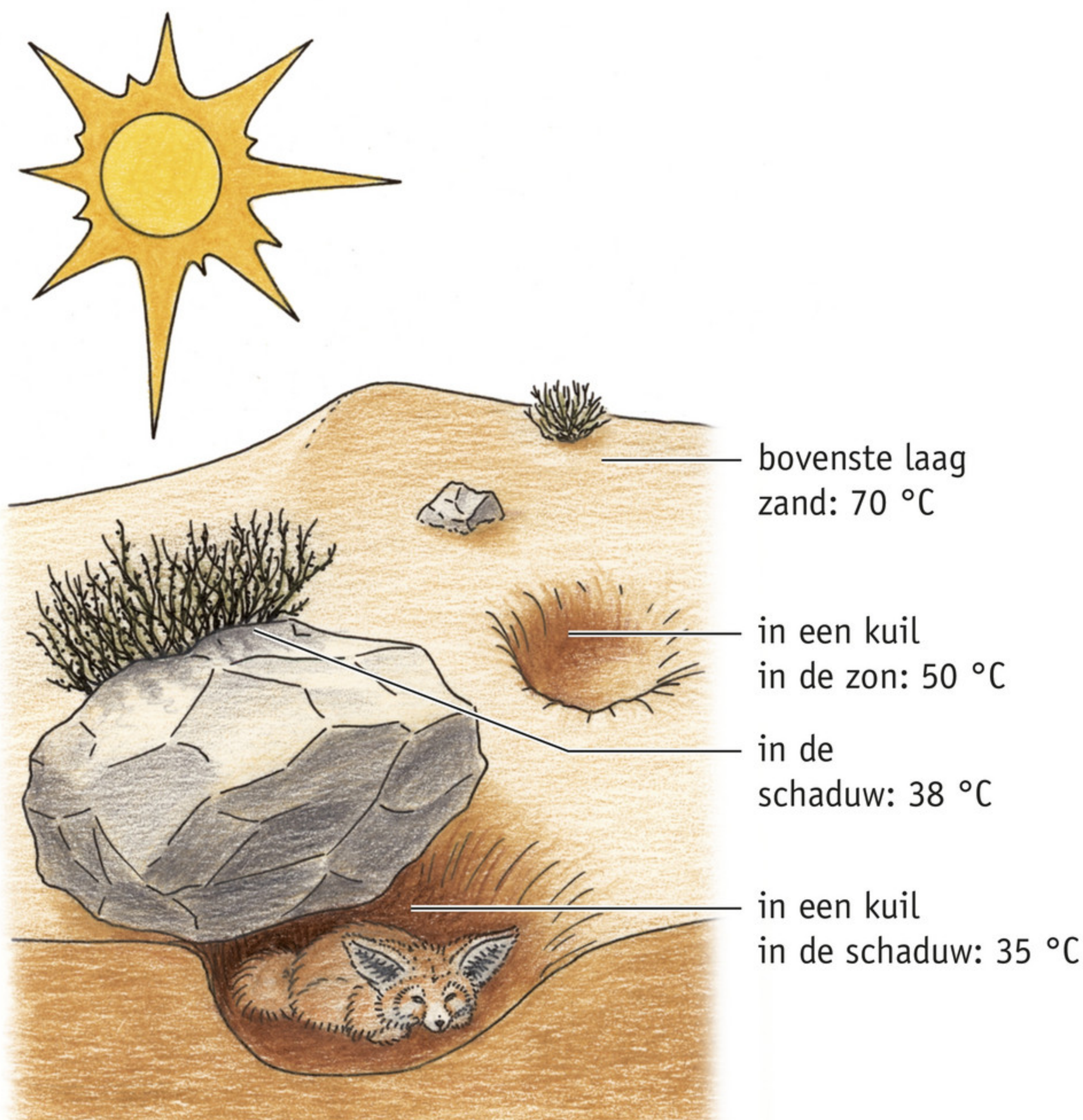
KLIMAAT

De grootte van een populatie hangt af van abiotische en biotische factoren. Het klimaat heeft veel invloed op de populatiegrootte in een bepaald gebied. Planten en dieren hebben aanpassingen waardoor ze in een bepaald klimaat goede overlevingskansen hebben. De meeste aanpassingen zijn erfelijk. Ijsberen bijvoorbeeld hebben een dikke witte vacht waardoor ze goed in een koude omgeving met veel sneeuw kunnen leven. Cactussen hebben een uitgebreid wortelstelsel en kunnen vocht vasthouden, waardoor ze in een droge omgeving kunnen leven. De abiotische factoren in een ecosysteem zijn niet constant. In woestijnen kan de temperatuur overdag wel 50 °C verschillen van de temperatuur 's nachts. Woestijnplanten moeten zulke sterke schommelingen kunnen verdragen. Woestijndieren kunnen de sterkste schommelingen vermijden door weg te kruipen op een beschutte plek (zie afbeelding 24).

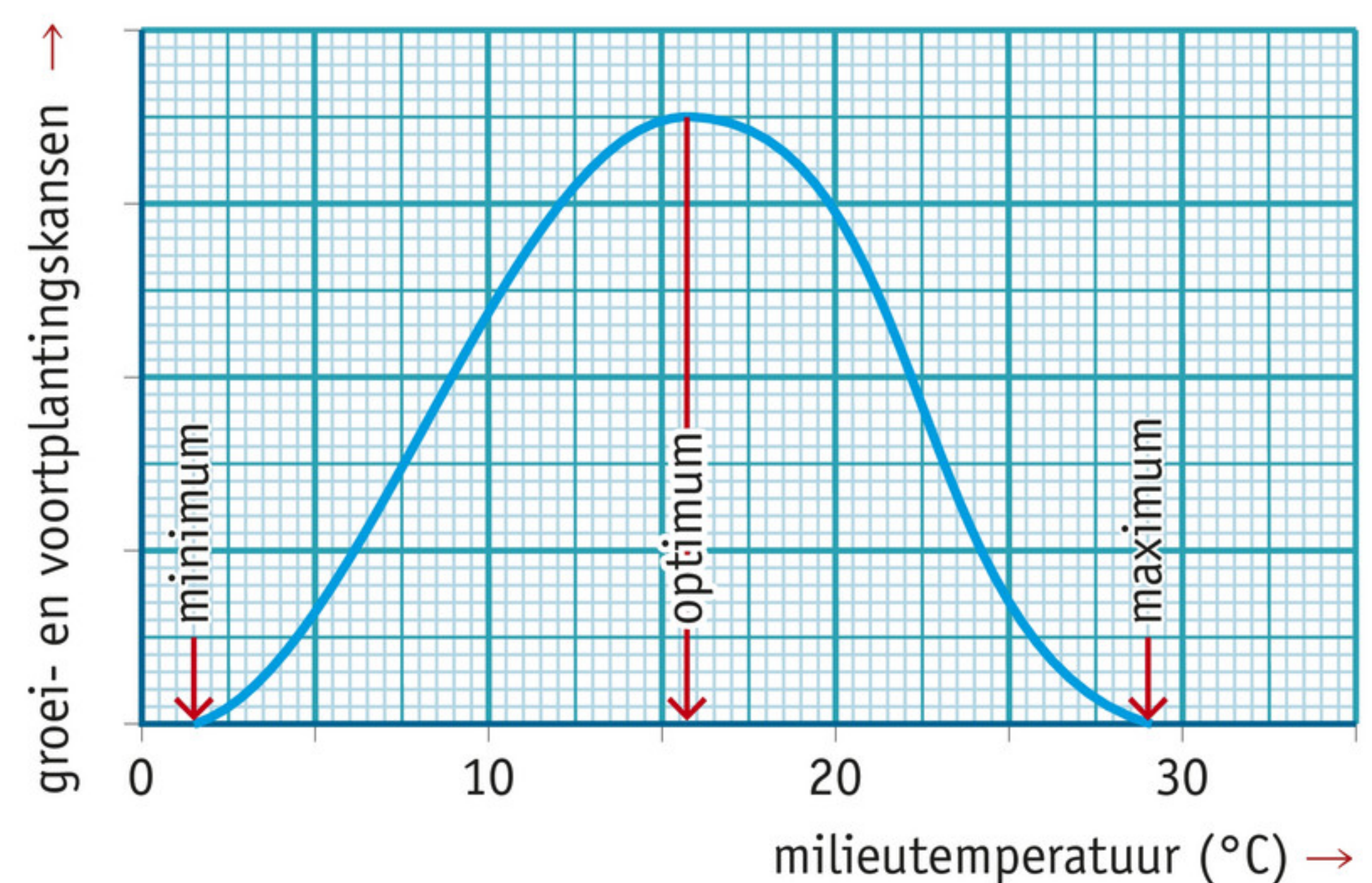
Elk organisme kan schommelingen in de milieutemperatuur maar in bepaalde mate verdragen. Veel soorten vis in Nederland kunnen bijvoorbeeld niet in leven blijven beneden een temperatuur van 4 °C of boven een temperatuur van 28 °C. Bij een temperatuur van 16 °C hebben ze de grootste kans om in leven te blijven en nakomelingen te krijgen. In afbeelding 25 is het verband tussen de milieutemperatuur en de groei- en voortplantingskansen van een vissoort weergegeven in een diagram. In het diagram zie je een minimum, optimum en maximum temperatuur. Zo'n lijn in een diagram wordt een **optimumkromme** genoemd.

WB OPDRACHT 20 T/M 23 BLZ. 59

▼ Afb. 24



▼ Afb. 25 Het verband tussen de milieutemperatuur en de groei- en voortplantingskansen van een vissoort.



7 Successie

▼ Afb. 26

Als een zandhoop een tijd blijft liggen, zullen er planten op gaan groeien (zie afbeelding 26).

Een zandhoop in een nieuwbouwwijk

Leidsche Rijn is een wijk in Utrecht die is gebouwd om de uitbreiding van de stad te kunnen opvangen. In 2006 was het de grootste nieuwbouwlocatie in Nederland. Voor de aanleg van wegen en huizen is veel zand nodig. Vaak zie je dan ook in een nieuwbouwwijk grote zandhopen liggen (zie afbeelding 1). Als de zandhopen enige tijd liggen, raken ze begroeid. Een van de eerste planten die op zo'n zandhoop groeit, is koolzaad (zie afbeelding 2). Ook gras en klaproos zijn soorten die kale stukken grond snel kunnen bedekken. Als zo'n zandhoop enkele jaren blijft liggen, groeien er steeds meer soorten op. Het geel van het koolzaad verdwijnt en er verschijnen struiken en jonge bomen.



▼ Afb. 27 Een kaal stuk rots raakt begroeid met korstmossen.



Ook een kaal stuk rots raakt begroeid, al gebeurt dat erg langzaam. De omstandigheden op een kale rots zijn in het begin heel ongunstig. De wortels van planten kunnen zich niet vastzetten. De temperatuur verschilt sterk: overdag in de volle zon kan het op de rots wel 50 °C warmer zijn dan 's nachts.

Door wind, regen en vorst begint het stuk rots te **verweren**. Vooral in de kieren en scheurtjes ontstaat gruis. Met de wind worden fijne bodemdeeltjes aangevoerd, die vermengd raken met het gruis. Deze ondergrond is voor korstmossen voldoende om te kunnen groeien (zie afbeelding 27). Al snel zullen de eerste diertjes zich tussen de korstmossen vestigen. Op het stuk rots is dan een ecosysteem ontstaan.

PIONIERECOSYSTEEM

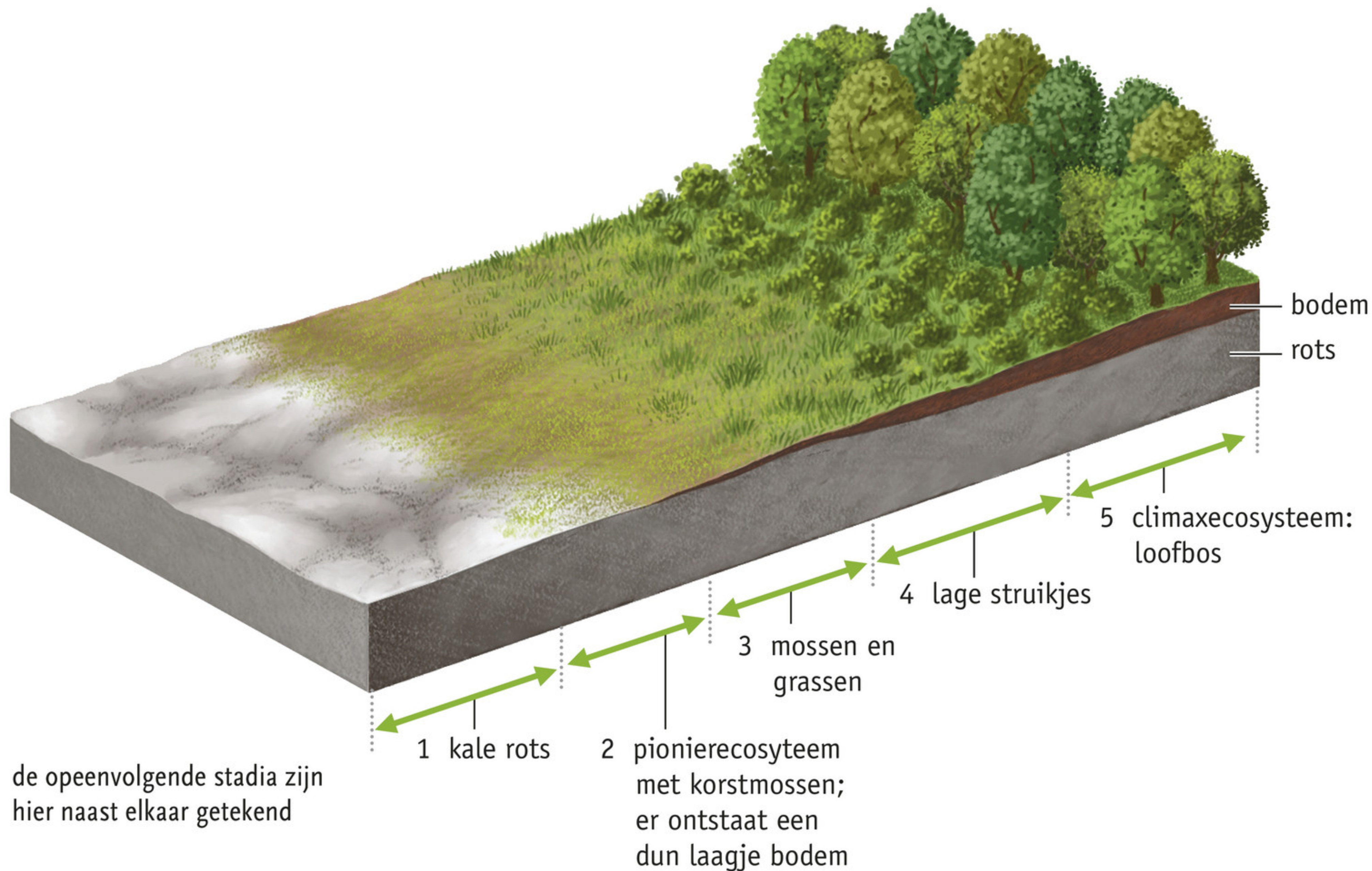
Zo'n eerste ecosysteem dat op een onbegroeid terrein ontstaat, noemen we een **pionierecosysteem**. Een pionierecosysteem heeft slechts weinig verschillende soorten planten en dieren. De soorten die er leven, groeien snel en zijn eenjarig. Er staan vaak veel planten van dezelfde soort dicht bij elkaar. Doordat er maar weinig verschillende soorten zijn, is het voedselweb eenvoudig.

Als een rots begroeid is met korstmossen worden de omstandigheden gunstiger. Als er korstmossen doodgaan, ontstaat er een klein beetje **humus**. Humus bestaat uit meer of minder vergane dode resten en reducenten (bacteriën en schimmels). Hierdoor bevat humus veel mineralen.

Op een dunne bodem die humus bevat, kunnen mossen en sommige kruidachtige planten zoals grassen zich vestigen. De grassen verdringen de eerste soorten die op de rots groeiden. Doordat er nu andere planten groeien, vestigen zich ook andere diersoorten.

▼ **Afb. 28** De successie op een kaal stuk rots.

De wortels van planten versnellen de verwerking van het stuk rots. Door de dode resten van planten ontstaat er meer humus. Bovendien worden de abiotische factoren gematigder. Overdag wordt het in de schaduw van de planten minder heet en 's nachts houden de planten warmte vast. Hierdoor wordt het terrein geschikt voor steeds meer soorten planten en dieren. Er vindt een opeenvolging plaats van verschillende planten- en diersoorten. We noemen deze opeenvolging **successie** (zie afbeelding 28).

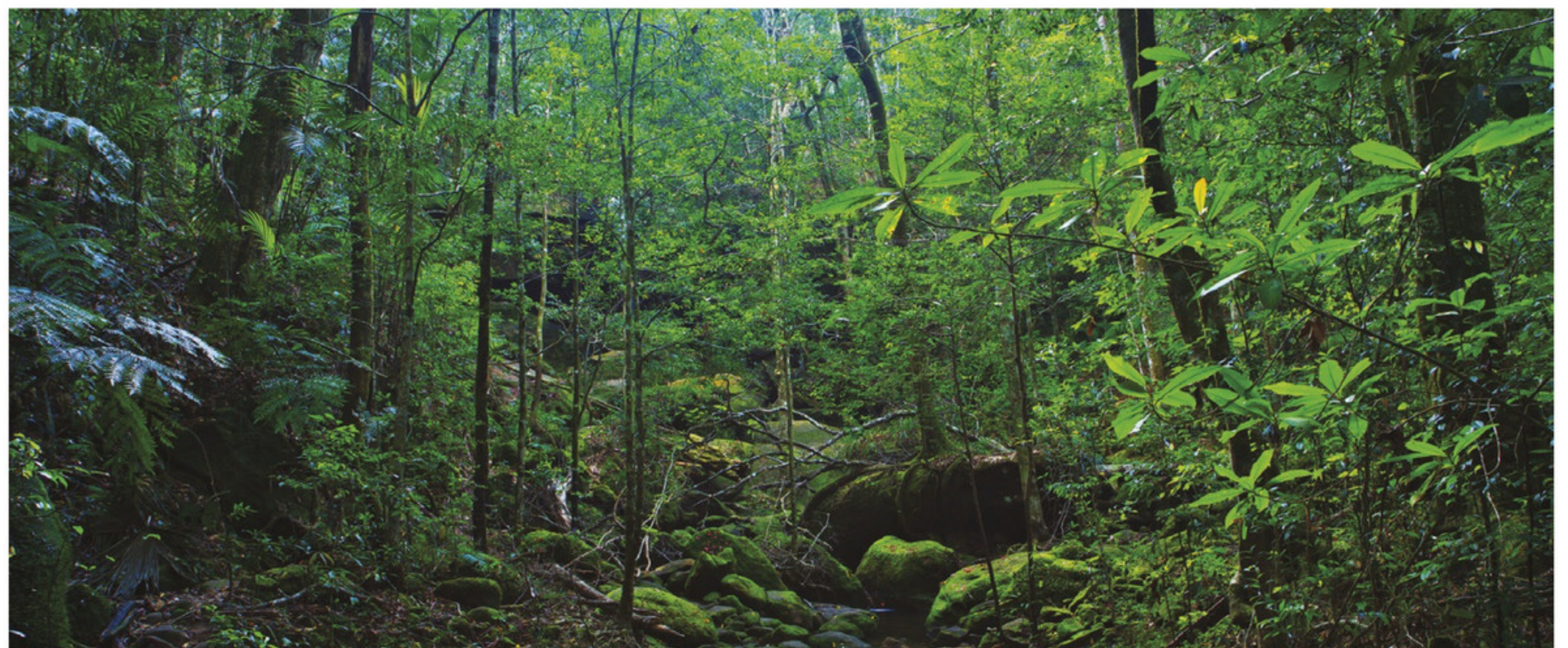


CLIMAXECOSYSTEEM

De successie kan uitmonden in een eindstadium waarbij de abiotische factoren min of meer constant zijn. De aanwezige planten- en diersoorten worden niet meer verdrongen door andere soorten. Dit eindstadium wordt **climaxecosysteem** genoemd. Een climaxecosysteem is meestal erg soortenrijk. Hierdoor is het voedselweb ingewikkeld. Voorbeelden van climaxecosystemen zijn tropische regenwouden en in Nederland loofbossen.

WB OPDRACHT 24 EN 25 BLZ. 62

► **Afb. 29** Een climaxecosysteem is soortenrijk.



8 Aanpassingen bij dieren

Veel kenmerken van dieren hebben te maken met het biotoop waarin ze leven. Deze kenmerken zijn in de loop van de tijd ontstaan. Door veel van deze kenmerken kunnen dieren in een bepaald biotoop beter overleven. Dieren die overleven geven hun kenmerken door aan hun nakomelingen, die daardoor ook een grotere kans om te overleven hebben. Het in de loop van de tijd verwerven van eigenschappen die de kans op overleven en dus de kans op nakomelingen vergroten noem je **adaptatie**.

In een climaxecosysteem zijn er veel plekken met verschillende abiotische en biotische factoren. Doordat deze **habitats** van elkaar verschillen zie je veel verschillende soorten die ieder op hun eigen wijze aangepast zijn.

WATERDIEREN EN LANDDIEREN

Dieren die in het water leven, hebben andere kenmerken dan dieren die op het land leven. Vissen bijvoorbeeld hebben organen die bij landdieren niet voorkomen: kieuwen, vinnen, enzovoort. Een vis zwemt vooruit door in het water heen en weer te bewegen, vooral met de staartvin. De overige vinnen gebruikt een vis om zich rechtop in het water te houden. De huid is bedekt met schubben, met daaroverheen een laag slijm. Door dit slijm is de huid heel glad, waardoor vissen tijdens het zwemmen weinig weerstand hebben.

Ook door de lichaamsvorm is de weerstand in het water laag. Kop, romp en staart gaan geleidelijk in elkaar over. We noemen deze lichaamsvorm **gestroomlijnd**. Ook vogels en zoogdieren die in het water leven, zijn gestroomlijnd (zie afbeelding 30).

▼ **Afb. 30** Dieren die in het water leven.



1 haai (een vis)



2 pinguïn (een vogel)



3 dolfijn (een zoogdier)

Veel dieren die op het land leven, hebben niet zo'n gestroomlijnd lichaam. Landdieren ondervinden meer last van hun eigen gewicht dan waterdieren. Waterdieren zweven in het water; ze worden door het water als het ware 'gedragen'. Veel dieren die op het land leven, hebben stevige poten en een zwaar skelet, waardoor ze zich snel kunnen voortbewegen.

WB OPDRACHT 26 BLZ. 64

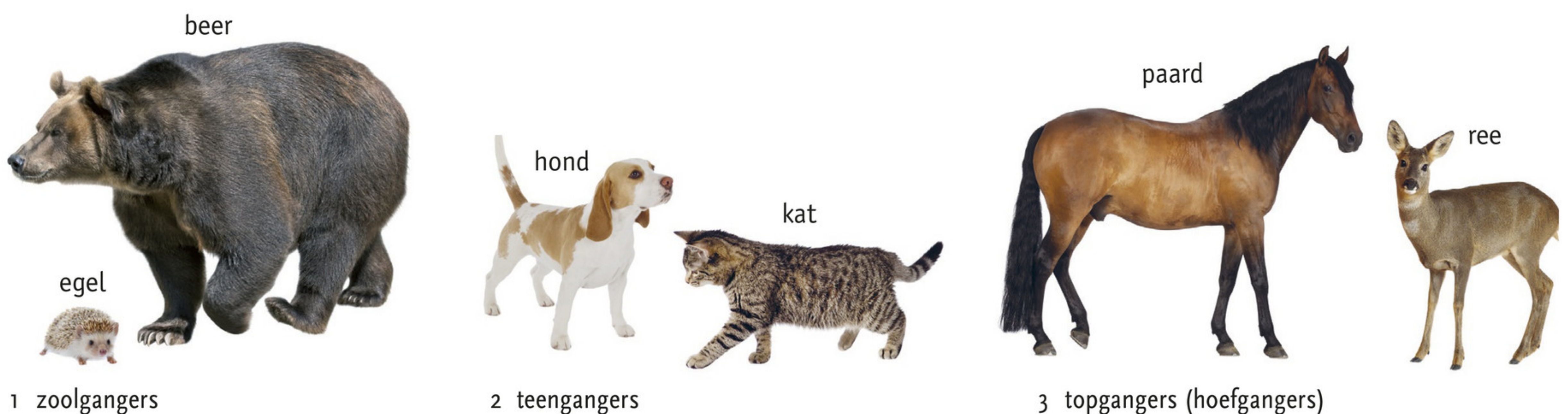
DE POTEN VAN LANDZOOGDIEREN

Voor de voortbeweging van landdieren is de weerstand van de ondergrond belangrijk. Je hebt vast wel eens gemerkt dat je op een verharde weg veel sneller kunt lopen dan op los zand of op modder. De poten van landdieren bezitten dan ook aanpassingen aan de ondergrond. Als de ondergrond hard is, hebben dieren er voordeel bij als slechts een klein deel van de voet de grond raakt. Bij het lopen is dan de weerstand van de ondergrond zo klein mogelijk. Maar als de ondergrond zacht is, hebben dieren er juist voordeel bij als ze op de hele voet lopen. Ze zakken dan minder gauw weg in de zachte ondergrond.

In deel 1 heb je geleerd dat zoogdieren kunnen worden ingedeeld in **zoolgangers**, **teengangers** of **topgangers** (zie afbeelding 31). Topgangers hebben hoeven en worden daarom ook wel **hoefgangers** genoemd. Bij deze dieren komen niet alle tenen tot ontwikkeling. Varkens hebben vier tenen, koeien en herten twee en paarden slechts één. Van elke teen die tot ontwikkeling komt, raakt alleen het laatste teenkootje de grond. Dit teenkootje is omgeven door een hoef van hoornstof.

▼ **Afb. 31** Zoolgangers, teengangers, topgangers (hoefgangers).

WB OPDRACHT 27 BLZ. 65



DE POTEN VAN VOGELS

Ook de poten van vogels bezitten eigenschappen waardoor ze geschikt zijn voor hun functie. In afbeelding 32 zie je daar voorbeelden van.

Vogels die in bomen en struiken leven, moeten zich kunnen vastklemmen aan takken. Hun poten maken dit mogelijk. Van de vier tenen staan er drie naar voren en één naar achteren. Deze poten zie je bij **zangvogels** (bijvoorbeeld merels, spreeuwen, mezen, vinken).

Bij **roofvogels** (bijvoorbeeld buizerds, valken) en **uilen** hebben de tenen scherpe klauwen. Hiermee vangen deze vogels hun prooi. **Loopvogels** (bijvoorbeeld struisvogels) zitten nooit op takken. Deze vogels hebben lange poten met tenen die naar voren staan. Bij **watervogels** (bijvoorbeeld eenden, zwanen) zitten tussen de tenen zwemvliezen, waardoor ze makkelijk kunnen zwemmen. **Steltlopers** (bijvoorbeeld kieviten, scholeksters, wulpen) zoeken voedsel in ondiep water of in de modder. Deze vogels hebben lange poten, zodat hun romp droog blijft. Ze hebben ook lange tenen, waardoor ze minder snel in de modder wegzakken.

▼ Afb. 32 De poten van vogels.



1 een vink heeft poten die staan op een tak mogelijk maken

2 een buizerd heeft poten met klauwen

3 een struisvogel heeft poten die hard lopen mogelijk maken

4 een eend heeft poten met zwemvliezen

5 een wulp heeft poten die staan in ondiep water mogelijk maken

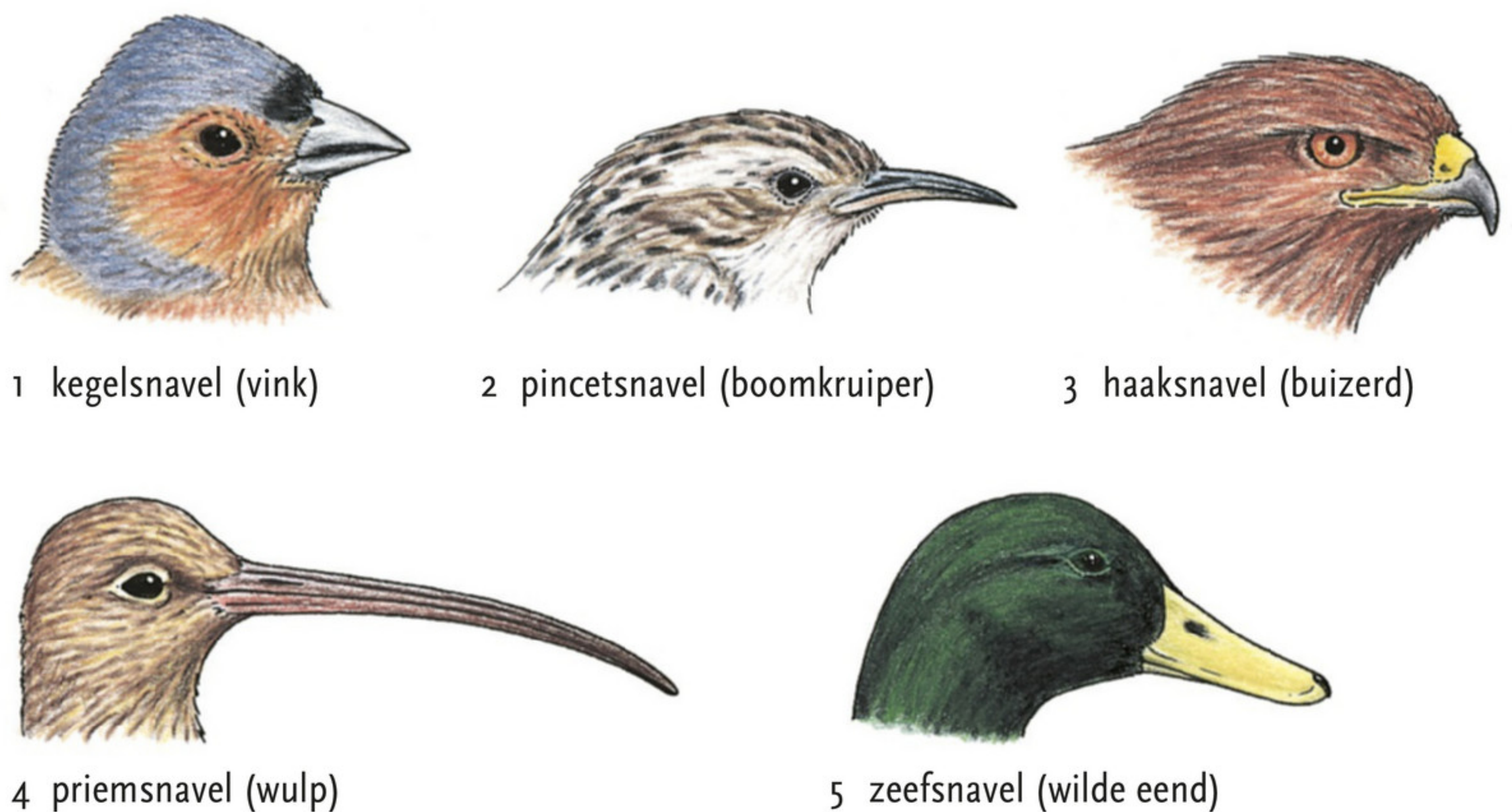
DE SNAVELS VAN VOGELS

Aan de vorm van de snavel van een vogel kun je zien welk voedsel ze eten. Ze bezitten adaptaties voor hun voedselkeuze. In afbeelding 33 zie je vogelkoppen met verschillende snaveltypen.

Sommige zangvogels hebben een kegelsnavel, andere een pincetsnavel. De **kegelsnavel** is geschikt om zaden te eten. Het is een korte snavel waarmee een vogel veel kracht kan zetten. De **pincetsnavel** is een puntige snavel waarmee insecten kunnen worden gevangen, bijvoorbeeld in spleten in de schors van een boom. Roofvogels en uilen hebben een scherpe **haaksnavel**. Deze is geschikt om een prooi in stukken te scheuren. Vogels die bodemdiertjes eten, zoals steltlopers, hebben een **priemsnavel**. Deze snavel is geschikt om diep in een natte bodem prikken. Een **zeefsnavel** komt voor bij watervogels. Ze nemen water in hun bek en persen dat langs de 'zeef' naar buiten. Hun voedsel blijft achter, waarna ze het kunnen inslikken.

WB OPDRACHT 28 EN 29 BLZ. 66

► Afb. 33 Vogelkoppen met snaveltypen.



1 kegelsnavel (vink)

2 pincetsnavel (boomkruiper)

3 haaksnavel (buizerd)

4 priemsnavel (wulp)

5 zeefsnavel (wilde eend)

9 Aanpassingen bij planten

Ook planten bezitten allerlei eigenschappen waardoor ze in hun milieu een grote overlevingskans hebben en zich kunnen voortplanten. In deel 1 ben je al een aantal van deze eigenschappen tegengekomen, zoals bloemen die insecten lokken. Je hebt geleerd dat bij een paardenbloem 's winters de delen boven de grond afsterven. De wortel waarin reservevoedsel is opgeslagen overleeft de winter (zie afbeelding 34).

▼ Afb. 34

Een lastige gast

Tussen de stenen van mijn tuinpad groeien paardenbloemen: 'Al vroeg in het voorjaar zie je hun gele bloemen verschijnen. Ik hou niet zo van die ongewenste pracht tussen mijn strak aangelegde tuinpad en probeer ze dan ook snel te wieden. De bladeren zijn lastig vast te pakken, doordat ze een platte wortelrozet vormen. Dat is ideaal om in een grasland niet door de aanwezige grazers gepakt te worden, maar een ramp voor de tuinbezitter. Als het mij eindelijk gelukt is om wat blaadjes vast te pakken en ik voorzichtig probeer de paardenbloem tussen de stenen uit te trekken, breken ze af. De wortel blijft zitten. Zo is



hij de winter doorgekomen, maar straks zal hij opnieuw uitlopen om mijn tuinpad geel te kleuren.'

▼ Afb. 35 Zon- en schaduwplanten.



1 agave (een zonplant)



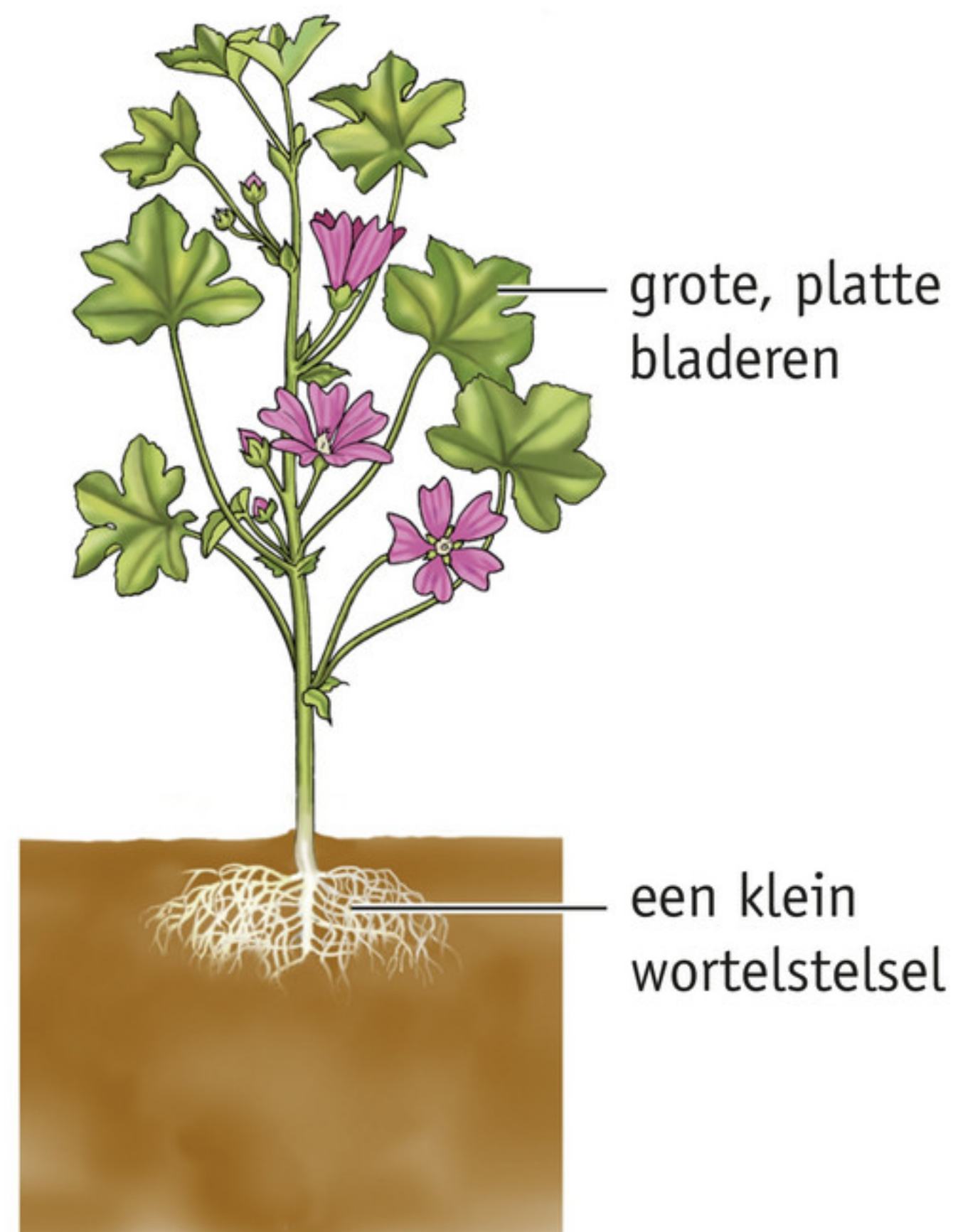
2 mozaïekplant (een schaduwplant)

LICHT

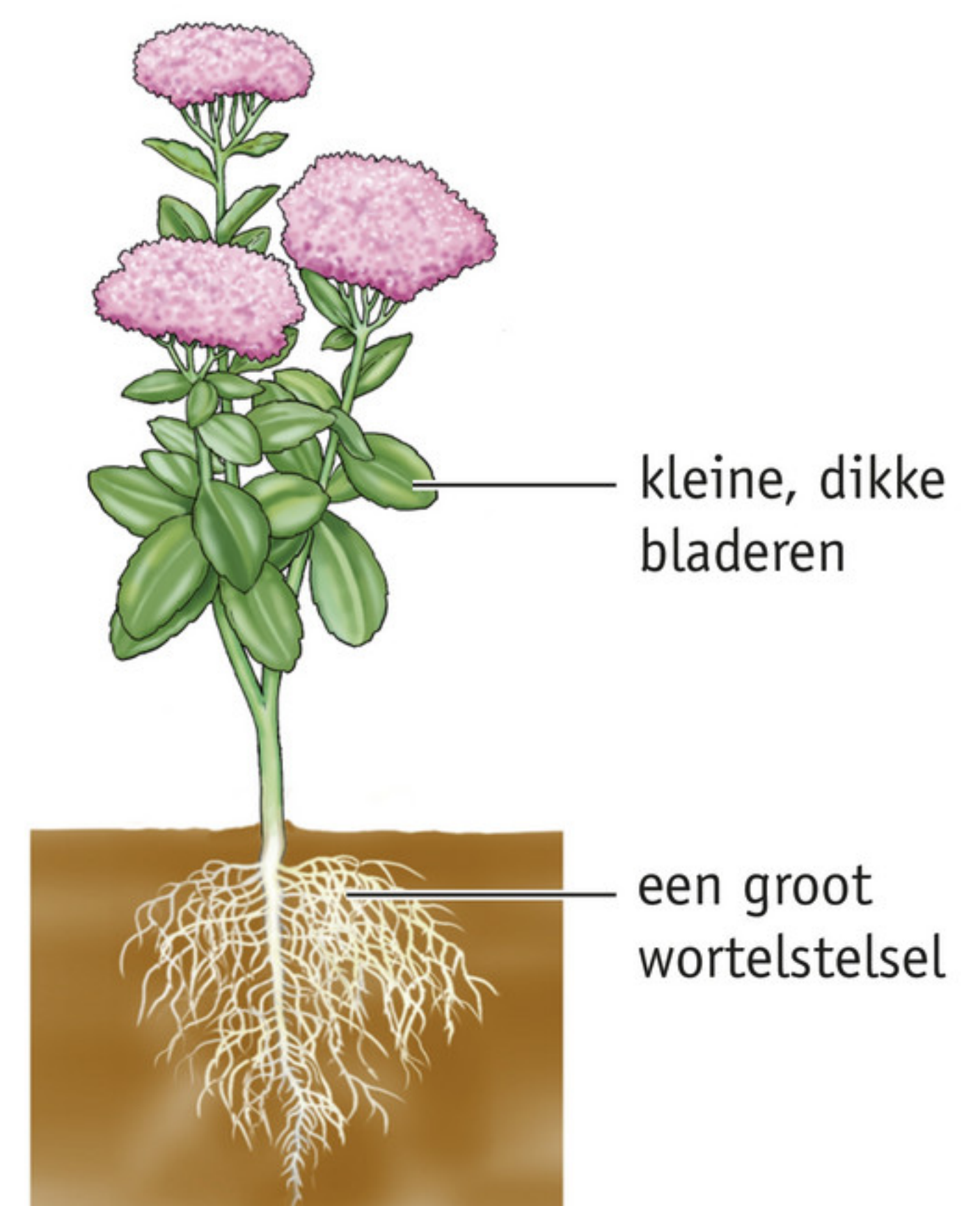
Planten hebben licht nodig voor de fotosynthese. De behoefte aan licht is niet voor iedere plant gelijk. **Zonplanten** groeien het best bij veel licht. Ze komen vooral voor in het open veld of in woestijnen. Veel zonplanten hebben kleine, dikke bladeren. **Schaduwplanten** groeien het best bij weinig licht. Ze komen voor op schaduwrijke plaatsen, bijvoorbeeld als bodembegroeiing in loofbossen. Schaduwplanten hebben vaak grote, dunne, donkergroene bladeren (zie afbeelding 35). Bij veel planten heeft de hoeveelheid licht invloed op de vorming van bloemen. Schaduwplanten uit de bodembegroeiing in loofbossen bloeien vaak vroeg in het voorjaar. Ze ontvangen dan het meeste licht. Het zijn **voorjaarsbloeiers**.

DROOGTE

Planten hebben water nodig. Water krijgen en vervolgens zorgen dat het niet te snel weer verdwijnt, is voor veel planten een probleem. In afbeelding 36 zie je enkele kenmerken van planten die hiermee te maken hebben. Voor planten die in het water leven, bestaat het gevaar van uitdroging niet. Waterplanten worden, net als waterdieren, door het water 'gedragen'. Ze hebben dan ook weinig stevige delen. In water kan licht niet erg diep doordringen, vooral niet als het water modderig of vervuild is. De meeste planten groeien dan ook alleen in de bovenste waterlagen.

► **Afb. 36** Vochtig of droog.

1 eigenschappen van een landplant die in een vochtig milieu groeit



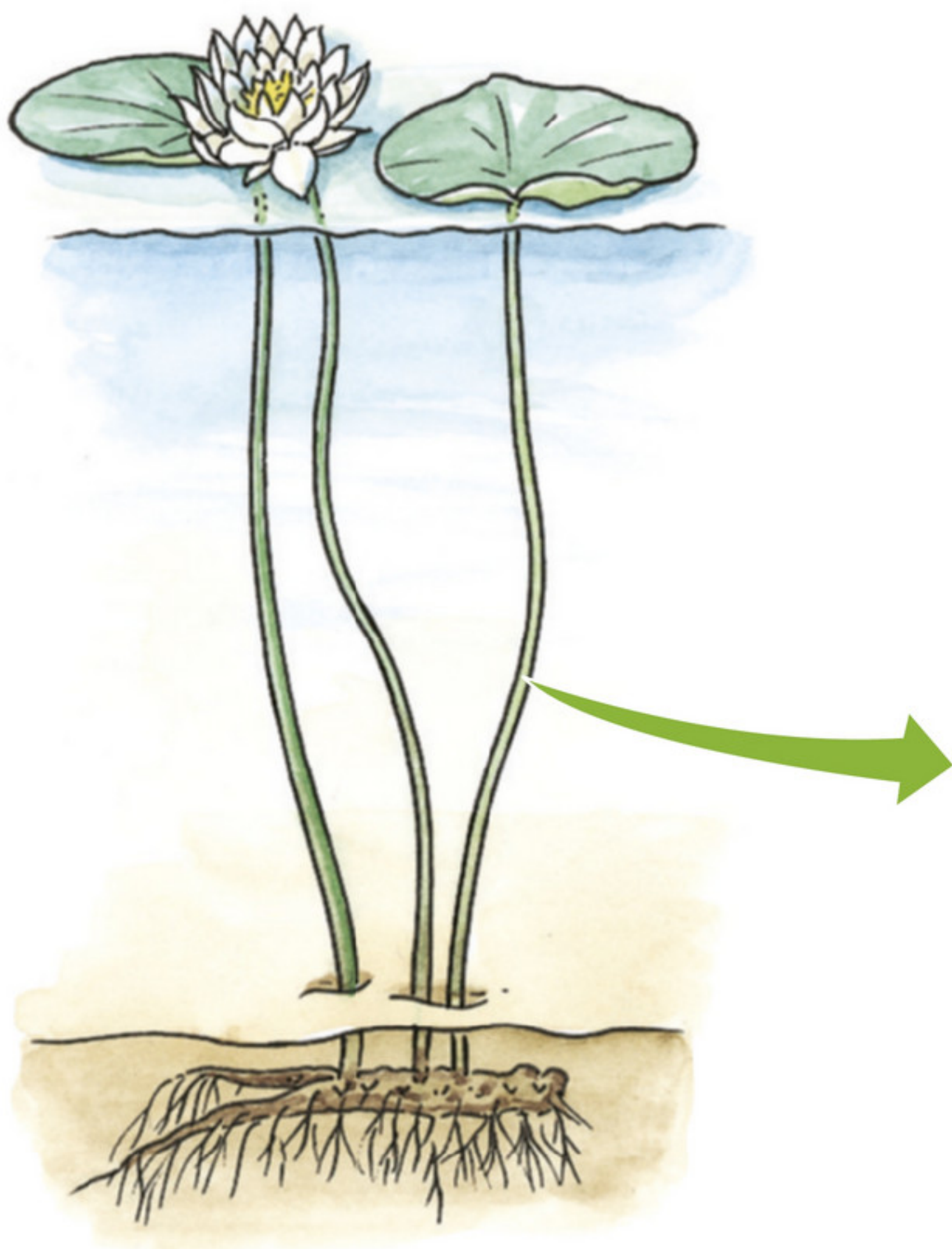
2 eigenschappen van een landplant die in een droog milieu groeit

Een **waterlelie** kan alleen groeien in water dat niet dieper is dan 4 m (zie afbeelding 37). Waterlelies zitten met hun wortels in de bodem vast. De bladeren drijven op het water. De stengels zijn slap en bevatten luchtkanalen. Door deze luchtkanalen kan zuurstof vanuit de bladeren de wortels bereiken. De bloemen van waterlelies steken boven het water uit.

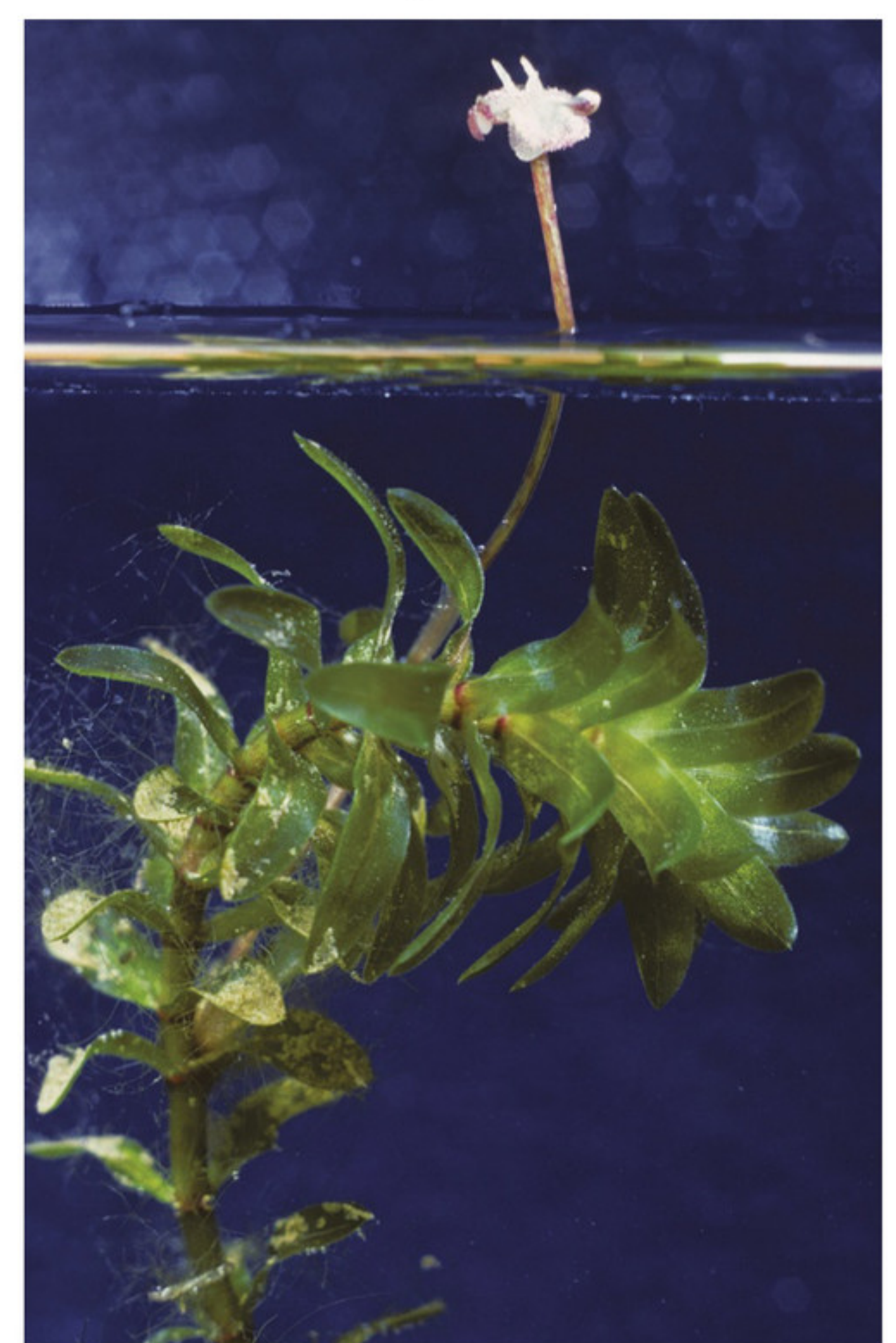
Waterpest heeft een slappe stengel en heel dunne bladeren (zie afbeelding 38). Alle bladeren bevinden zich onder water. Alleen de bloemen van waterpest steken boven het water uit.

▼ **Afb. 37** Waterlelie.

WB OPDRACHT 30 EN 31 BLZ. 68



luchtkanaal in de stengel

▼ **Afb. 38** Waterpest.

10 Samenleven

Binnen een populatie heeft elk individu relaties met een groot aantal soortgenoten. Bij deze relaties kunnen we **concurrentie** (competitie) en **samenwerking** onderscheiden. Er is bijvoorbeeld concurrentie om voedsel, om het vinden van een partner of een veilige plek.

RELATIES BINNEN EEN POPULATIE

Vaak gaat de strijd tussen twee soortgenoten alleen gepaard met dreigen, maar soms is de strijd zo fel dat er gewonden vallen. Dieren die in een groep leven, kennen meestal een specifieke **rangorde**. Doordat ieder zijn plek weet, zijn er minder gevechten.

Bij verschillende diersoorten hebben de mannetjes een **territorium**. Dit is een gebied dat ze verdedigen tegen soortgenoten. Het territorium kan dienen als jachtgebied, maar ook als ruimte voor het grootbrengen van de jongen.

Veel dieren leven in een groep. Binnen de groep vindt samenwerking plaats. Wolven bijvoorbeeld werken samen om een prooi te vangen. Een andere vorm van samenwerking is de **paarvorming** die nodig is voor de voortplanting. Bij sommige soorten vindt ieder jaar opnieuw paarvorming plaats, maar er zijn ook soorten waarbij een mannetje en een vrouwtje hun hele leven bij elkaar blijven (zie afbeelding 39).

▼ Afb. 39

Levenslange trouw

Er zijn vogelsoorten die elkaar ieder broedseizoen weer opzoeken, zelfs als ze gedurende de najaarstrek gescheiden zijn. Bij lang levende soorten kunnen een mannetje en een vrouwtje zelfs een koppel voor het leven vormen. Het bekendste voorbeeld is de knobbelzwaan, waarbij de relatie pas eindigt met de dood van een van beide zwanen.



RELATIES TUSSEN POPULATIES

Tussen individuen van verschillende populaties vindt vaak weinig concurrentie plaats, doordat de soorten zich specialiseren. Torenvalken, steenuilen en ransuilen eten onder andere veldmuizen, maar torenvalken jagen overdag, steenuilen in de schemering en ransuilen 's nachts (zie afbeelding 40). Zo heeft iedere soort zijn eigen rol binnen een ecosysteem. De rol die een soort heeft in een ecosysteem noem je zijn **niche**.

▼ Afb. 40



1 torenvalk: jaagt overdag



2 steenuil: jaagt in de schemering



3 ransuil: jaagt 's nachts

Individuen van verschillende soorten kunnen langdurige relaties met elkaar onderhouden. Zo'n samenlevingsvorm noem je **symbiose**. Er zijn verschillende vormen van symbiose.

Als beide soorten voordeel hebben van de symbiose, is sprake van **mutualisme**. Dit zie je bijvoorbeeld bij korstmossen, waarbij een schimmel samenleeft met algen (zie afbeelding 41). De algen bezitten bladgroen, waardoor fotosynthese kan plaatsvinden. Een deel van de energierijke stoffen die hierbij worden gevormd, wordt door de schimmels verbruikt. De schimmels nemen water en voedingszouten uit de omgeving op en kunnen deze stoffen vasthouden. Hiervan maken ook de algen gebruik.

► Afb. 41 De bouw van een korstmos.



Bij andere vormen van symbiose heeft slechts één van beide individuen voordeel. Als het andere individu geen voordeel en geen nadeel heeft, noem je dat **commensalisme**. Een voorbeeld daarvan zijn boomalgen op de stam van een boom. Als het andere individu wel nadeel ondervindt van de samenleving noem je dat **parasitisme**. Hierbij leeft een individu, de **parasiet**, op of in een individu van een andere soort, de **gastheer**. Parasieten kunnen dieren, planten of schimmels zijn (zie afbeelding 42).

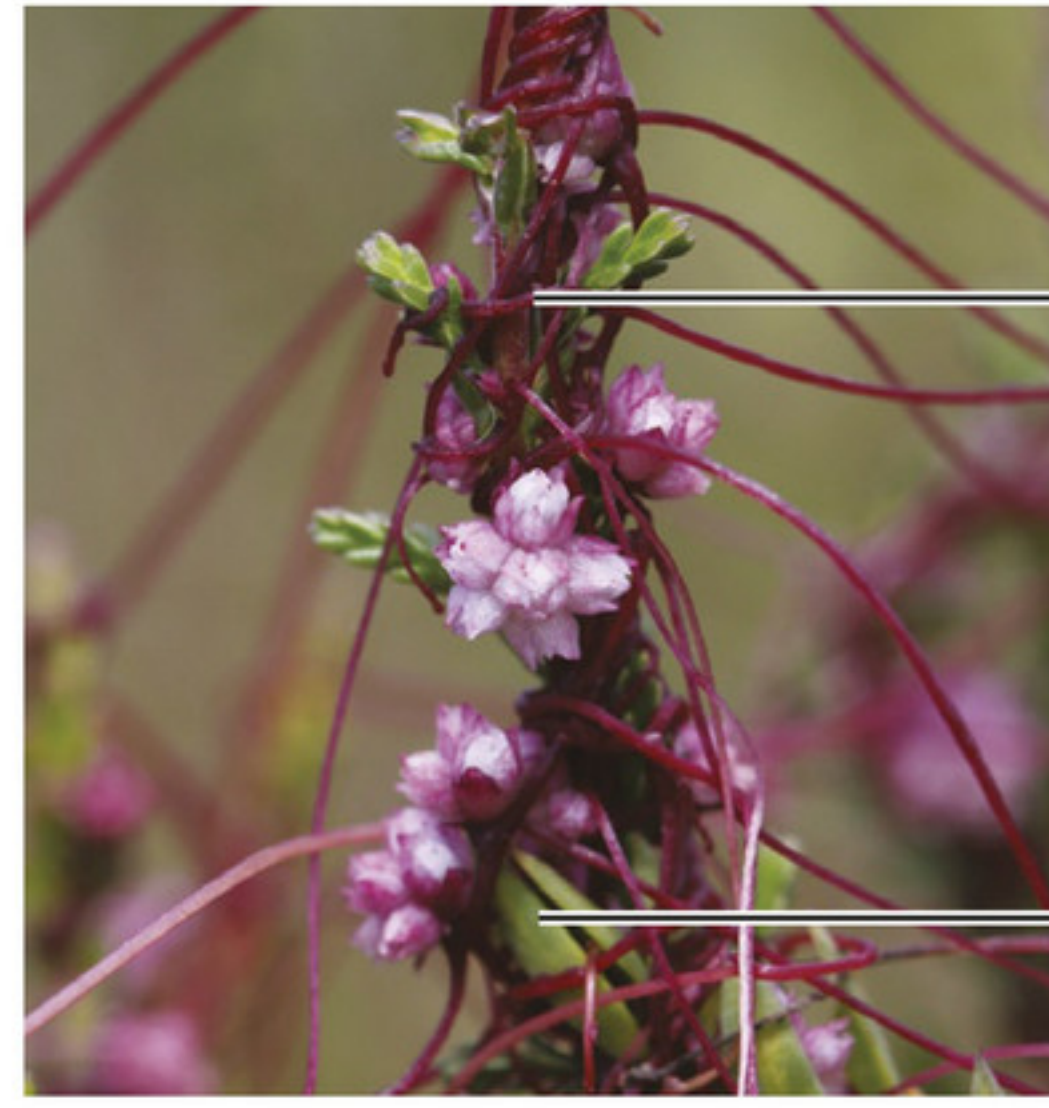
WB OPDRACHT 32 EN 33 BLZ. 71

▼ **Afb. 42** Voorbeelden van parasieten.



1 luizen

Dit insect voedt zich met bloed van mensen en zet eitjes (neten) af die aan haren blijven kleven.



2 klein warkruid

De plant heeft zelf geen bladgroen. Hij onttrekt met zijn wortels energierijke stoffen uit de vaten van zijn gastheer.



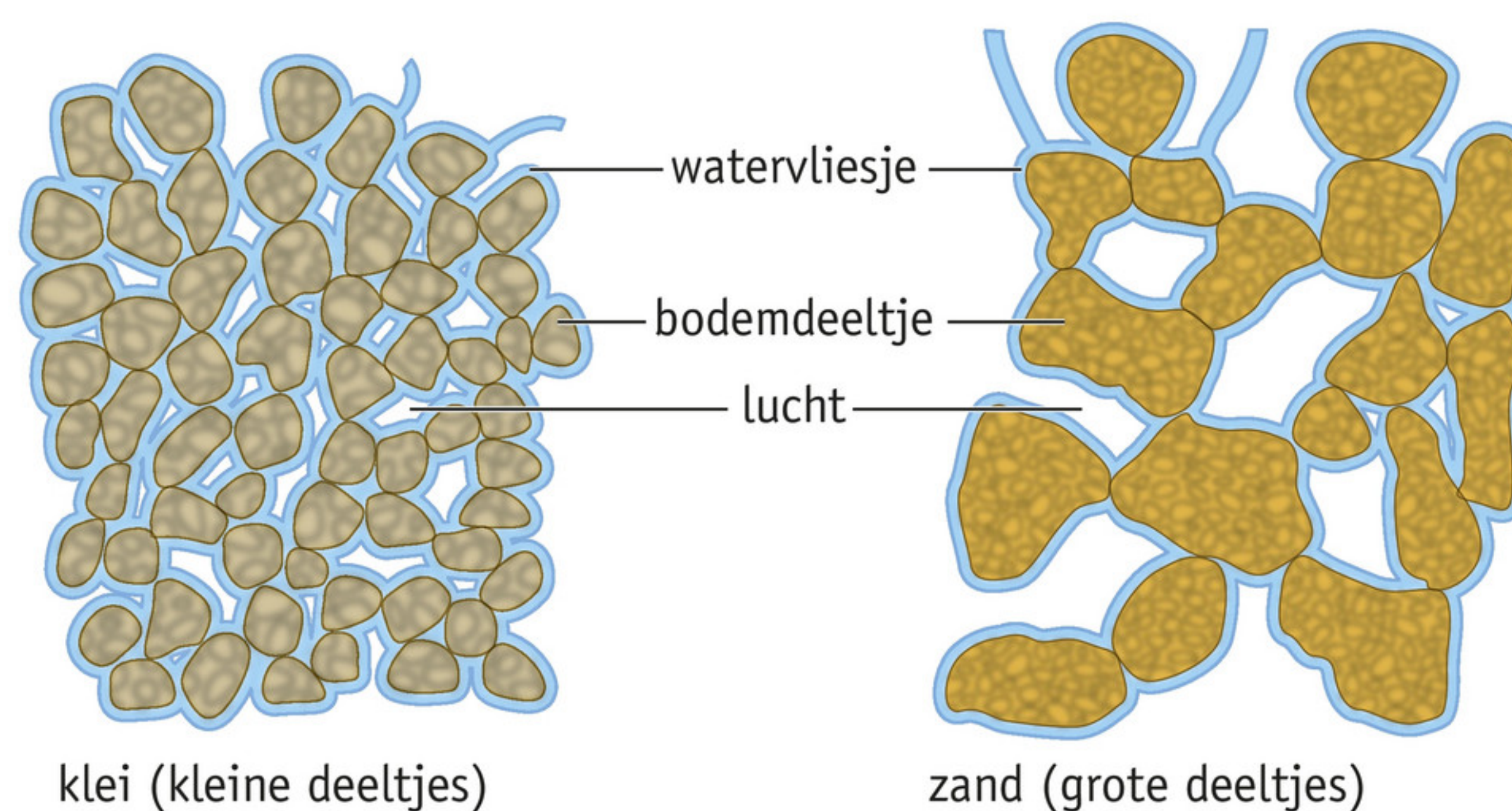
3 voetschimmel

De schimmel groeit vooral in de huid tussen de tenen. Hij leeft van energierijke stoffen in de opperhuid.

11 De bodem

Elke bodem bestaat uit een mengsel van bodemdeeltjes van verschillende grootte. **Zand** bestaat uit grotere bodemdeeltjes dan **klei** (zie afbeelding 43). Elk bodemdeeltje is omgeven door een dun watervliesje. Bij klei zijn de holtes tussen de bodemdeeltjes klein, waardoor klei goed water kan vasthouden. Door zand loopt water sneller weg dan door klei. Klei is vruchtbaarder dan zand, doordat het zouten beter vasthoudt. Maar door de kleine holtes tussen de bodemdeeltjes is het voor de wortels van planten moeilijker om erin door te dringen.

► **Afb. 43** Bodemdeeltjes.



HUMUS

Voor planten is het gehalte aan humus in de bodem van belang. Humus verbetert de structuur van de bodem. Hoe meer humus er in zand voorkomt, des te beter kan het zand water vasthouden. Hoe meer humus er in klei voorkomt, des te beter kunnen de wortels van planten erin doordringen. In een humusrijke bodem wordt het regenwater (met de zouten) in de bovenste bodemlagen vastgehouden. Als op hellingen bomen worden gekapt, verdwijnt de bovenste bodemlaag en daarmee de sponswerking van de humuslaag. Hierdoor kunnen overstromingen en modderlawines ontstaan (zie afbeelding 44).

WB OPDRACHT 34 EN 35 BLZ. 73

► **Afb. 44** Door de aanleg van skipistes ontstaan in de Alpen regelmatig modderlawines.



Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet weten wat biotische en abiotische factoren zijn.

- Biotische factoren: invloeden afkomstig van de levende natuur.
 - Bijv. soortgenoten, roofdieren, ziekteverwekkers.
- Abiotische factoren: invloeden afkomstig van de levenloze natuur.
 - Bijv. temperatuur, licht, wind, zuurstofgehalte van de lucht, regenval, mineralen, bodemgesteldheid.

DOELSTELLING 2

Je moet de niveaus van de ecologie kunnen beschrijven.

- Individu: één enkel organisme.
- Populatie: een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten.
- Levensgemeenschap: alle populaties die in een ecosysteem leven.
- Ecosysteem: een bepaald gebied, waarbinnen de biotische en de abiotische factoren een eenheid vormen.
 - Biotoop: de gezamenlijke abiotische factoren van een ecosysteem.
- Biosfeer: laag om de aarde waar leven voorkomt.
 - Bioom: een deel van de biosfeer met een bepaald klimaat.

DOELSTELLING 3

Je moet de voedselrelaties in een ecosysteem kunnen aangeven.

- Voedselketen: een reeks soorten, waarbij elke soort een voedselbron is voor de volgende soort.
 - Elke voedselketen begint met een plantensoort.
- Voedselweb (voedselnet): het geheel van voedselrelaties in een ecosysteem.

DOELSTELLING 4

Je moet de kringloop van stoffen in een ecosysteem kunnen beschrijven en verschillende groepen organismen erin kunnen aangeven.

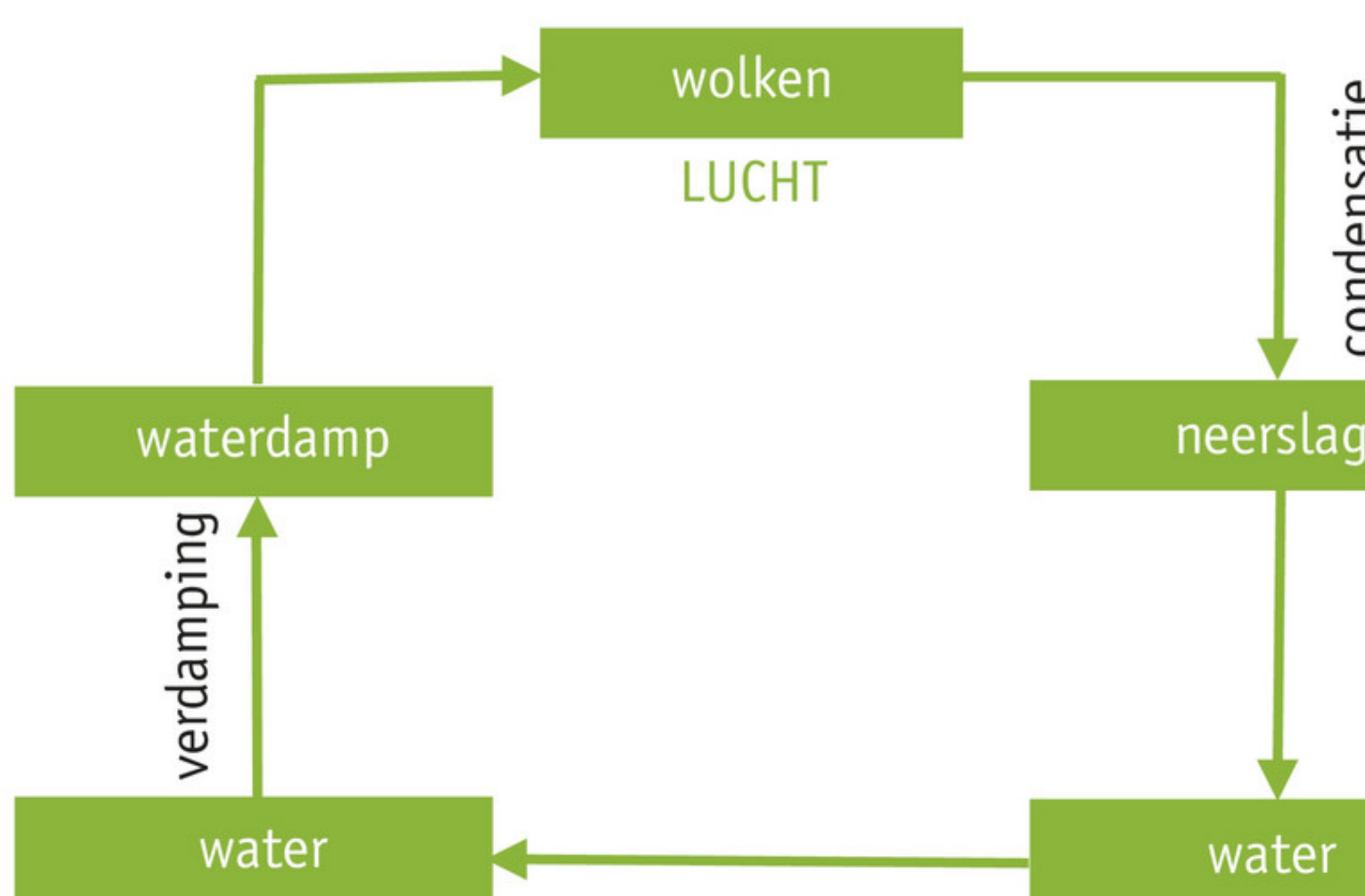
- Planten zijn producenten. In de groene delen van planten vindt fotosynthese plaats.
- Consumenten: organismen die leven van stoffen die door planten zijn gemaakt.
 - Tot de consumenten behoren planteneters (herbivoren), vleeseters (carnivoren), alleseters (omnivoren) en afvaleters.
 - Dieren zijn consumenten.

- Reducenten: ruimen de dode resten van organismen op.
 - Bacteriën en schimmels zijn reducenten.
- Autotrofe organismen:
 - zijn in staat tot fotosynthese;
 - kunnen energierijke stoffen maken uit energiearme stoffen;
 - nemen alleen energiearme stoffen op uit hun milieu.
- Heterotrofe organismen:
 - hebben andere organismen nodig voor hun voedsel;
 - nemen energierijke en energiearme stoffen op uit hun milieu.

DOELSTELLING 5

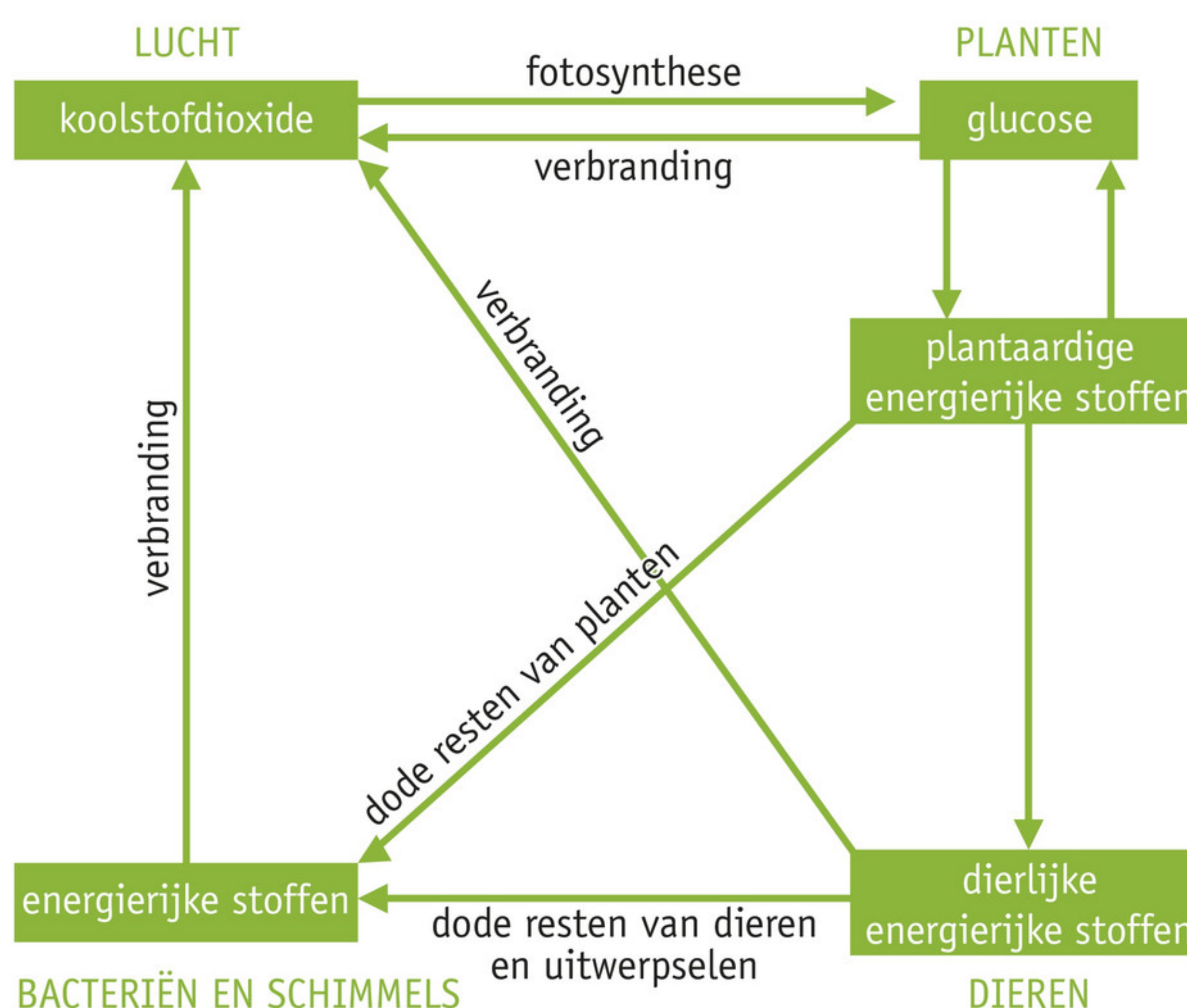
Je moet de kringlopen van water, koolstof en stikstof kunnen beschrijven.

▼ Afb. 45



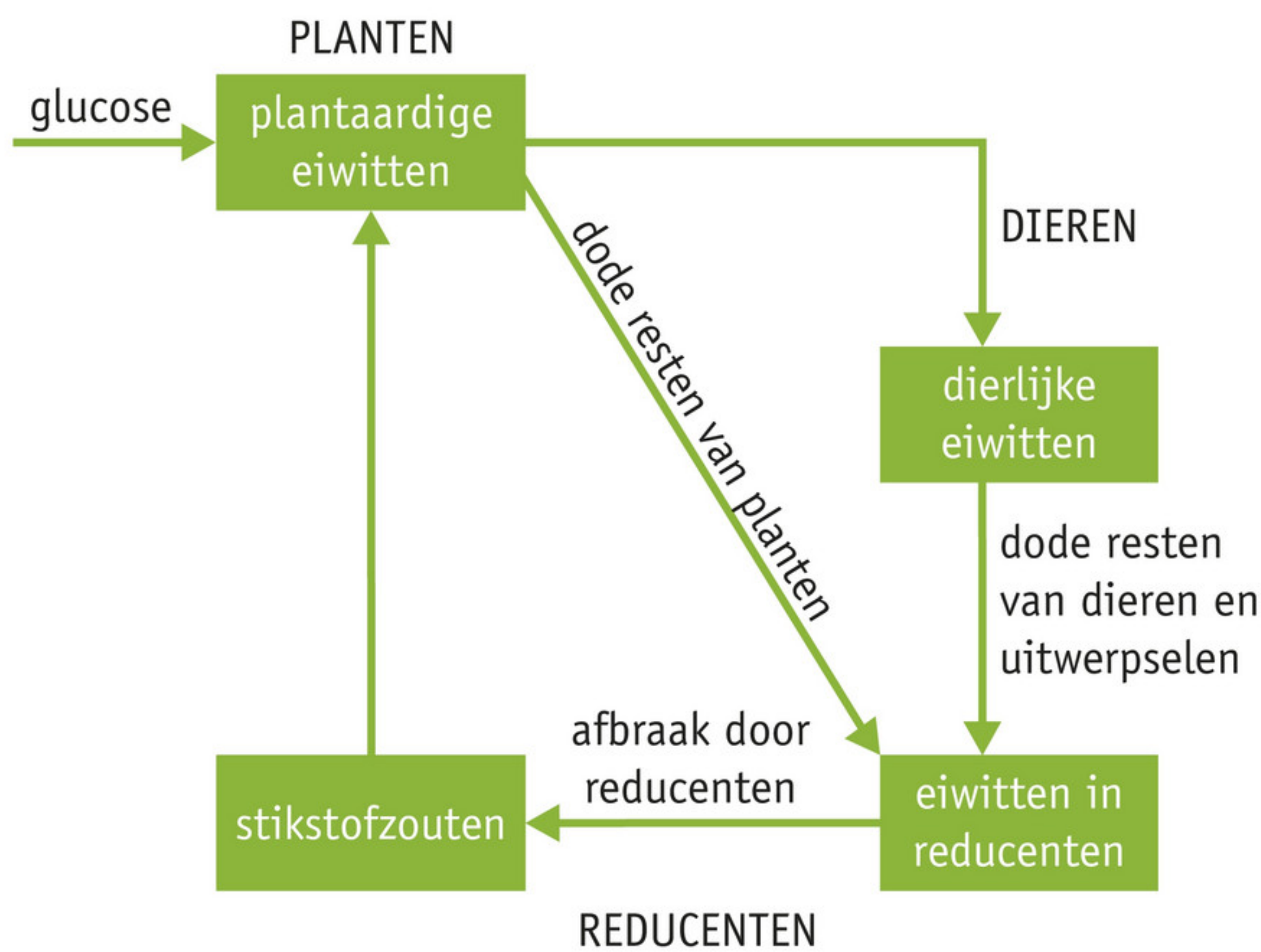
de kringloop van water

▼ Afb. 46



de kringloop van koolstof

▼ Afb. 47



de kringloop van stikstof

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen omschrijven wat piramides van aantallen en van biomassa weergeven.

- Piramide van aantallen: geeft van elke schakel van een voedselketen het aantal individuen weer.
- Piramide van biomassa: geeft van elke schakel van een voedselketen de biomassa weer.
 - Biomassa: het totale gewicht van alle energierijke stoffen.
 - In een voedselketen wordt de biomassa in elke volgende schakel kleiner.

DOELSTELLING 7

Je moet de energiestroom in een ecosysteem kunnen beschrijven.

- In een ecosysteem wordt energie van het ene trofische niveau doorgegeven aan het volgende trofische niveau.
- Op elk trofisch niveau verdwijnt energie.
 - Een deel van de opgenomen stoffen wordt verbruikt als brandstof.
 - Een deel van het voedsel wordt niet verteerd.
 - Er ontstaan dode resten die niet gegeten worden.
- Bij het eten van vlees gaat veel energie verloren.

DOELSTELLING 8

Je moet de invloed van biotische en abiotische factoren op de populatiegrootte kunnen aangeven.

- Bij optimale omstandigheden zijn de groei- en voortplantingskansen van een populatie het grootst.
- Biologisch evenwicht: een toestand waarin de grootte van elke populatie in een ecosysteem schommelt om een bepaalde waarde.
- De populatiegrootte is afhankelijk van biotische en abiotische factoren.

- Organismen bezitten aanpassingen aan het milieu waarin ze leven.
- Voor elke abiotische factor kunnen de groei- en voortplantingskansen van de populatie in een optimumkromme worden weergegeven.

DOELSTELLING 9

Je moet kunnen omschrijven wat successie is en hierbij een pionierecosysteem en een climaxecosysteem kunnen onderscheiden.

- Successie: de opeenvolging van planten- en diersoorten in een bepaald gebied, waardoor een ecosysteem geleidelijk in een ander ecosysteem overgaat.
- Humus: bovenste bodemlaag.
 - Humus bestaat uit dode resten en reducenten.
- Pionierecosysteem: het eerste ecosysteem dat op een onbegroeid terrein ontstaat.
 - De abiotische factoren wisselen sterk.
 - De bodem is humusarm.
 - Het ecosysteem is soortenarm.
 - Van elke soort zijn er veel individuen.
 - Het voedselweb is eenvoudig.
- Climaxecosysteem: het eindstadium van de successie (bijv. een loofbos).
 - De abiotische factoren zijn min of meer constant.
 - De bodem is humusrijk.
 - Het ecosysteem is soortenrijk.
 - Het voedselweb is ingewikkeld.

DOELSTELLING 10

Je moet bij dieren aanpassingen aan hun milieu kunnen beschrijven.

- Adaptatie: aanpassingen die in de loop van de tijd ontstaan en de overlevingskansen van een soort vergroten.
 - Habitat: de plaats in een ecosysteem waar een organisme leeft.
- Aanpassingen bij waterdieren om de weerstand zo klein mogelijk te maken.
 - Een gestroomlijnd lichaam.
 - Bij vissen zijn de schubben van de huid bedekt met een laag slijm.
- Aanpassingen bij landdieren om hun eigen gewicht te dragen.
 - Stevige poten.
 - Een zwaar skelet.
- Aanpassingen bij landzoogdieren aan de ondergrond.
 - Zoolgangers: lopen op de hele voetzool (bijv. apen, beren).
 - Teengangers: lopen op de hele tenen (bijv. honden, katten).
 - Topgangers (hoefgangers): lopen op de toppen van de tenen (bijv. paarden, herten).

- Aanpassingen bij de poten van vogels.
 - Veel vogels hebben drie tenen naar voren en één teen naar achteren (bijv. zangvogels). Hierdoor kunnen ze zich vastklemmen aan takken.
 - Roofvogels en uilen hebben scherpe klauwen.
 - Loopvogels hebben geen teen naar achteren.
 - Watervogels hebben zwemvliezen tussen de tenen (bijv. eenden).
 - Steltlopers hebben lange poten.
- Aanpassingen bij de snavels van vogels.
 - Kegelsnavel: geschikt om zaden te eten.
 - Pincetsnavel: geschikt om insecten te eten.
 - Haaksnavel: geschikt om vlees af te scheuren.
 - Priemsnavel: geschikt om bodemdiertjes te eten.
 - Zeefsnavel: geschikt om voedsel uit het water zeven.

DOELSTELLING 11

Je moet bij planten aanpassingen aan hun milieu kunnen beschrijven.

- Aanpassingen aan de hoeveelheid licht.
 - Zonplanten: vaak kleine, dikke bladeren.
 - Schaduwplanten: vaak grote, dunne, donkergroene bladeren.
 - Voorjaarsbloeiërs: in het voorjaar is de hoeveelheid licht die de bodem bereikt het grootst.
- Aanpassingen bij landplanten die in een vochtig milieu leven.
 - Grote, platte bladeren.
 - Een zwak ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij landplanten die in een droog milieu leven.
 - Kleine, dikke bladeren (bij cactussen stekels of harde haren).
 - Soms opslag van water in de stengels (bijv. bij cactussen).
 - Een sterk ontwikkeld wortelstelsel.
- Aanpassingen bij waterplanten.
 - De stengels zijn slap.
 - De stengels kunnen luchtkanalen bevatten (bijv. bij waterlelies).

EXTRA DOELSTELLING 12

Je moet enkele vormen van samenleven tussen organismen kunnen beschrijven.

- Organismen kunnen concurreren of samenwerken.
 - Een rangorde en de vorming van territoria gaan concurrentie tegen.
 - Paarvorming vermindert concurrentie tijdens de voortplanting.
- Niche: de rol van een organisme in een ecosysteem.

- Symbiose: samenlevingsvorm tussen individuen van verschillende soorten.
 - Mutualisme: beide individuen hebben voordeel.
 - Commensalisme: het ene individu heeft voordeel en het andere geen voordeel en ook geen nadeel.
 - Parasitisme: een parasiet leeft op of in een individu van een andere soort. Deze ondervindt hier nadeel van.

EXTRA DOELSTELLING 13

Je moet verschillen tussen bodemtypes kunnen beschrijven.

- Zand heeft grote bodemdeeltjes en bevat veel lucht en weinig water.
 - Zand kan water niet goed vasthouden.
- Klei heeft kleine bodemdeeltjes en bevat weinig lucht en veel water.
 - Klei kan water goed vasthouden.
- Humus kan water vasthouden en verbetert de structuur van de bodem.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geleerd piramides van aantallen en van biomassa te tekenen.
- Je hebt geoefend in het vinden van informatie in artikelen.
- Je hebt geoefend in het aflezen van diagrammen.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het uitvoeren van een onderzoek.
- Je hebt geoefend in het werken met een microscoop.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een ecooloog en een planoloog. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Afbeelding 48 is een artikel over de Oosterschelde. In dit artikel worden enkele factoren genoemd die van invloed zijn op de overlevingskansen van schelpdieren in de Oosterschelde.

- 1 Noteer twee biotische factoren voor schelpdieren die in het artikel worden genoemd.
- 2 Noteer drie abiotische factoren die in het artikel worden genoemd.

▼ Afb. 48

De Oosterschelde

De Oosterschelde is een zeearm. Bij laag water vallen grote delen van de Oosterschelde droog. Op de grote zandplaten die dan zichtbaar zijn, krioelt het van de vogels die op zoek zijn naar schelpdieren in de bodem. Door de vloed worden de vogels verdreven en kunnen de talrijke schelpdieren de microscopisch kleine plankton vangen die in het zeewater rondzweven. In de Oosterschelde is een waterdoorlatende dam gebouwd. Deze dam gaat alleen met storm helemaal dicht. Door de dam is het verschil tussen hoog en laag water minder dan vroeger. Daardoor is het deel dat bij laag water droogvalt kleiner geworden.



DOELSTELLING 2

Noteer over welk niveau van de ecologie de volgende omschrijvingen gaan.

- 1 Een groep individuen van dezelfde soort in een bepaald gebied, die zich onderling voortplanten.
- 2 Een bos.
- 3 Een hert in een bos (zie afbeelding 49).
- 4 Het deel van de aarde waar leven mogelijk is.
- 5 Alle organismen in een ecosysteem.

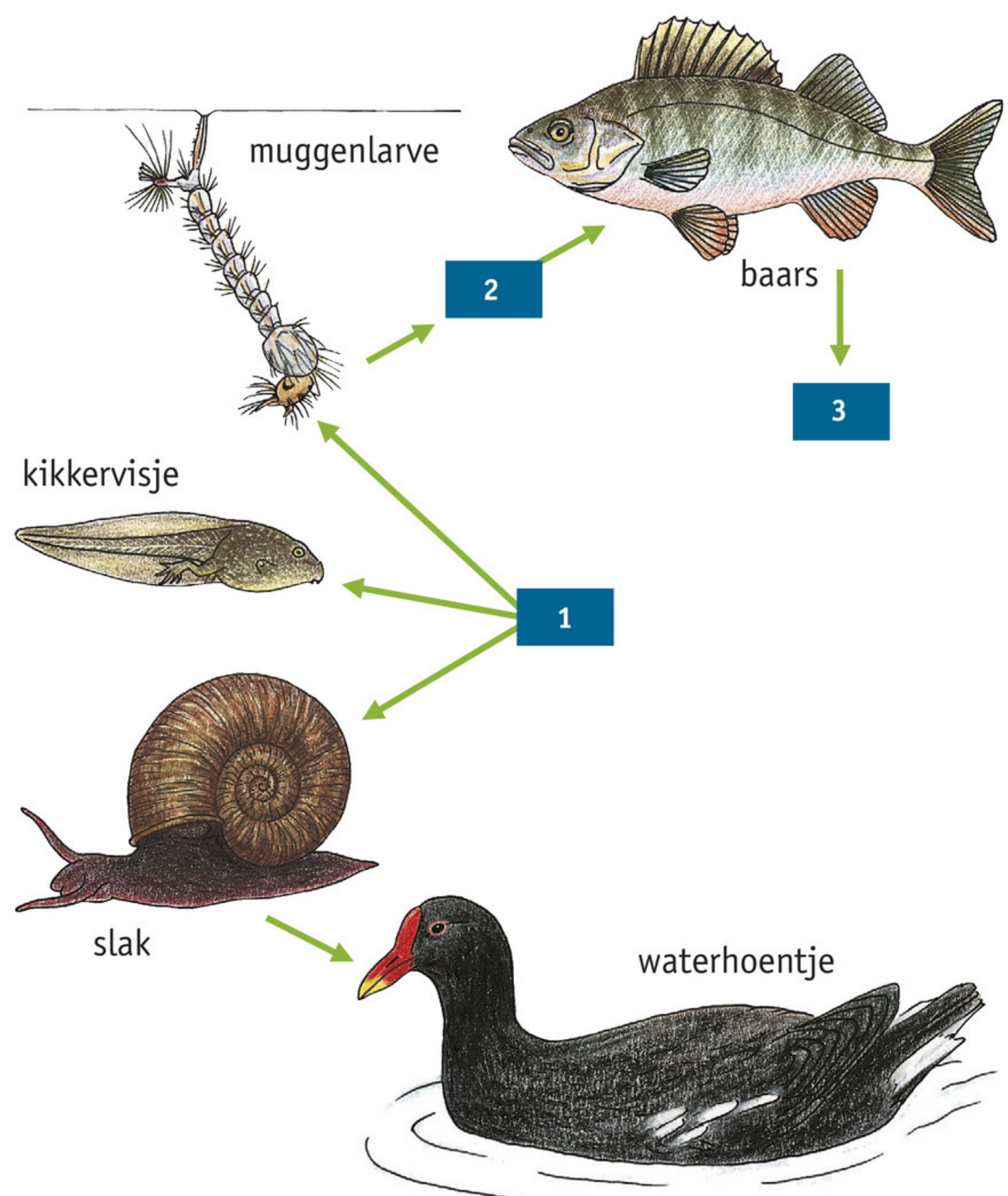
▼ Afb. 49



DOELSTELLING 3

- 1 In afbeelding 50 zijn enkele voedselrelaties in een levensgemeenschap in zoet water schematisch weergegeven. Drie schakels, aangeduid met 1, 2 en 3, zijn niet ingevuld.

▼ Afb. 50



In het schema ontbreken plantaardig plankton, een snoek (een roofvis) en een waterkever (een in het water levend roofinsect).

Vul deze organismen in op de plaatsen 1, 2 en 3.

- 2 In afbeelding 32 van je werkboek zijn vakken getekend. Vul de volgende organismen in de vakken in en teken pijlen zodat een voedselweb ontstaat: *konijn* – *vos* – *tarweplant* – *uil* – *veldmuis* – *klaver*.

DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen. Gebruik daarbij afbeelding 51.

- Zijn eekhoorns carnivoren, herbivoren of omnivoren?
 - Carnivoren.
 - Herbivoren.
 - Omnivoren.
- Nemen eekhoorns energierijke stoffen op? En energiearme?
 - Eekhoorns nemen wel energierijke stoffen op, maar geen energiearme stoffen.
 - Eekhoorns nemen geen energierijke stoffen op, maar wel energiearme stoffen.
 - Eekhoorns nemen zowel energierijke als energiearme stoffen op.

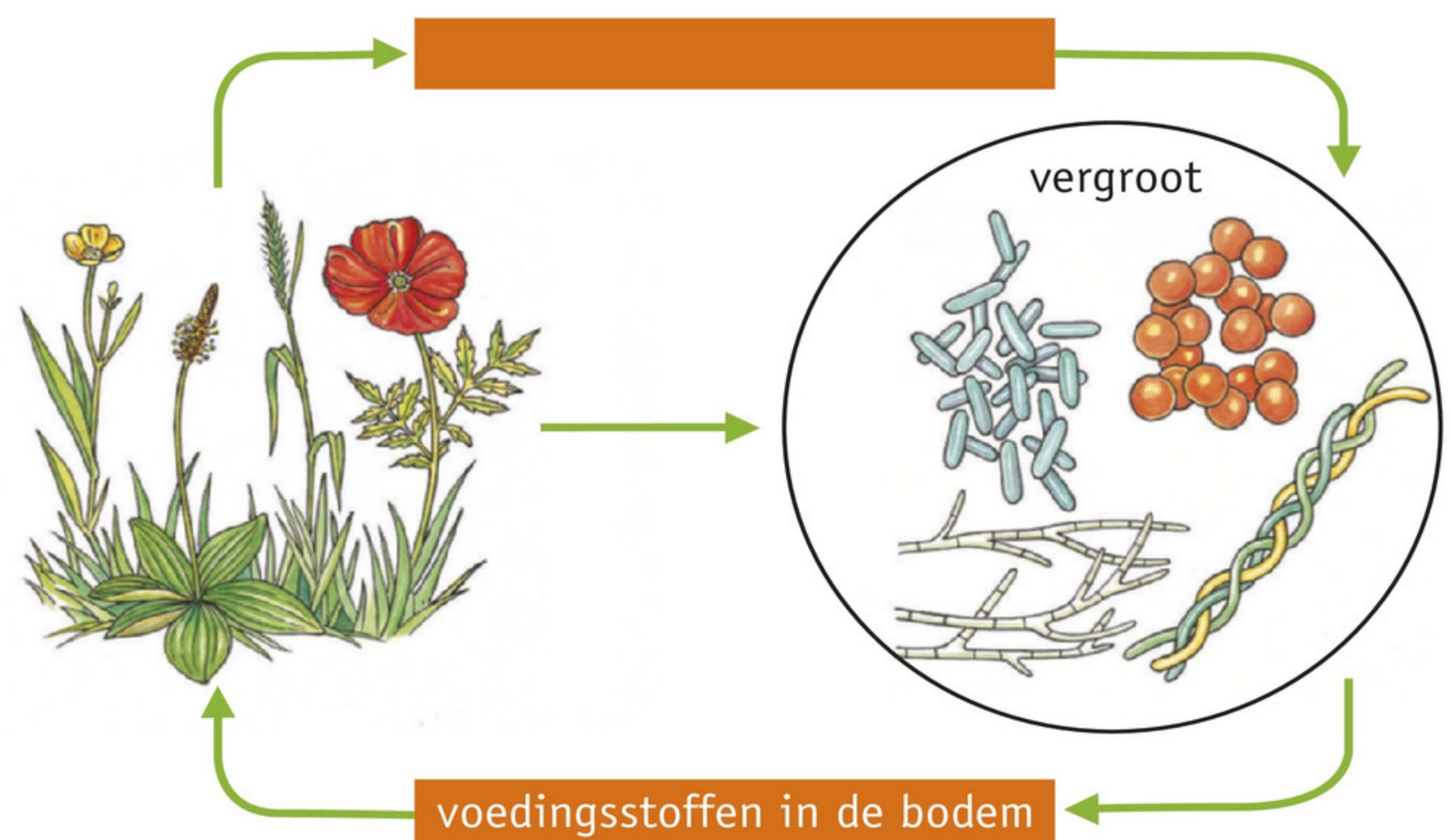
▼ Afb. 51

Minder eekhoorns

In heel Nederland hebben eekhoorns te lijden gehad onder een gebrek aan eikels en beukenootjes. In de periode 2008-2011 waren er al weinig bosvruchten. Daarnaast werd de schaarse in 2012 gevolgd door een lange winter met veel sneeuw. Naast eikels en andere zaden eten eekhoorns ook insecten en soms zelfs jonge vogels.



▼ Afb. 52



- In afbeelding 52 is een kringloop van stoffen schematisch getekend. Wat moet er in het lege vak staan om de kringloop compleet te maken?
 - Consumenten.
 - Producenten.
 - Reducenten.
- Bij welke groep kunnen de organismen glucose maken uit water en koolstofdioxide?
 - Bij de consumenten.
 - Bij de producenten.
 - Bij de reducenten.

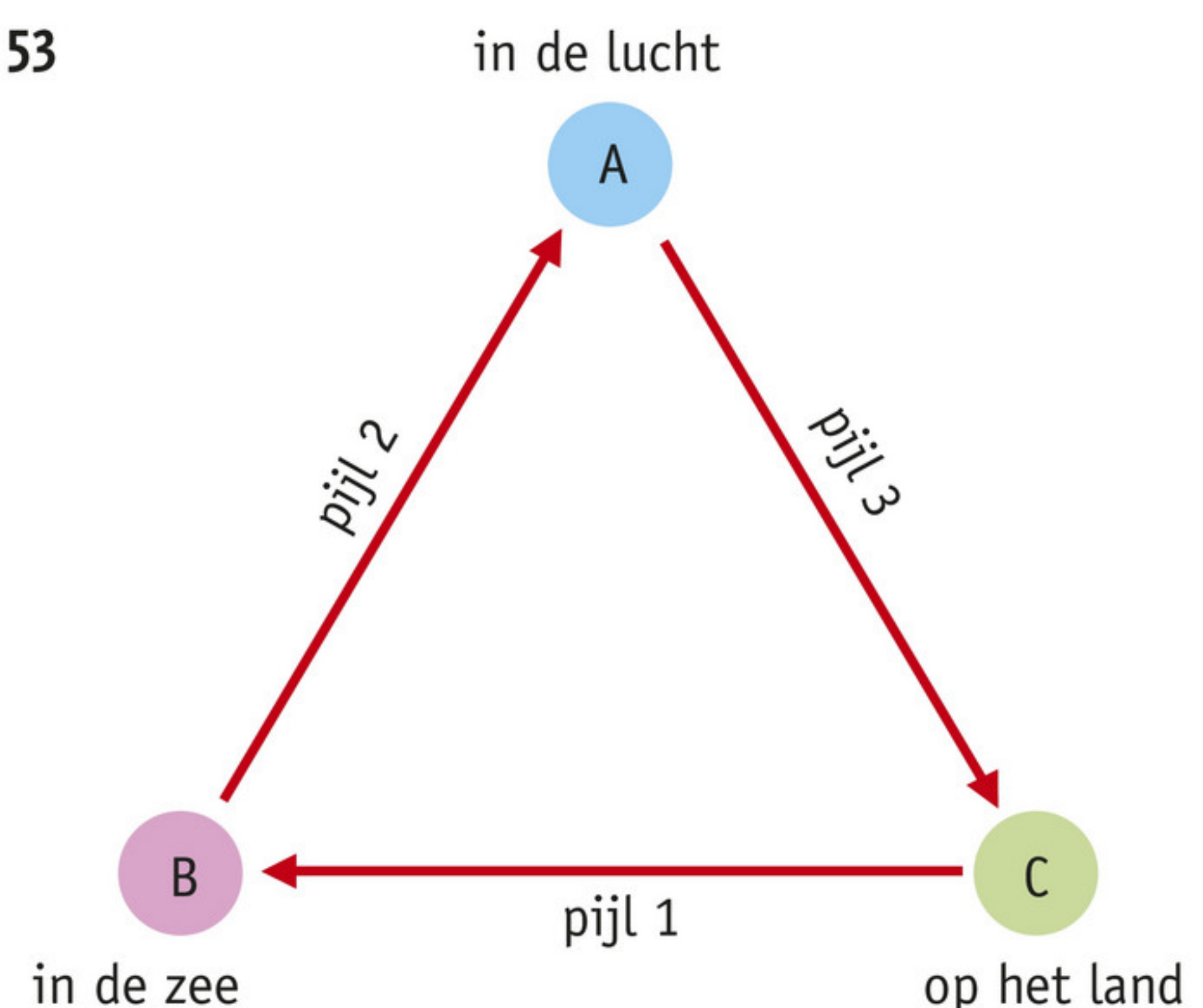
DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende vragen.

In afbeelding 53 is de kringloop van water schematisch weergegeven. Drie pijlen zijn genummerd.

- Bij welke pijl(en) vindt condensatie plaats?
- Bij welke pijl(en) vindt verdamping plaats?
- Bij welke pijl(en) kunnen hagelstenen deel uitmaken van de kringloop van water?

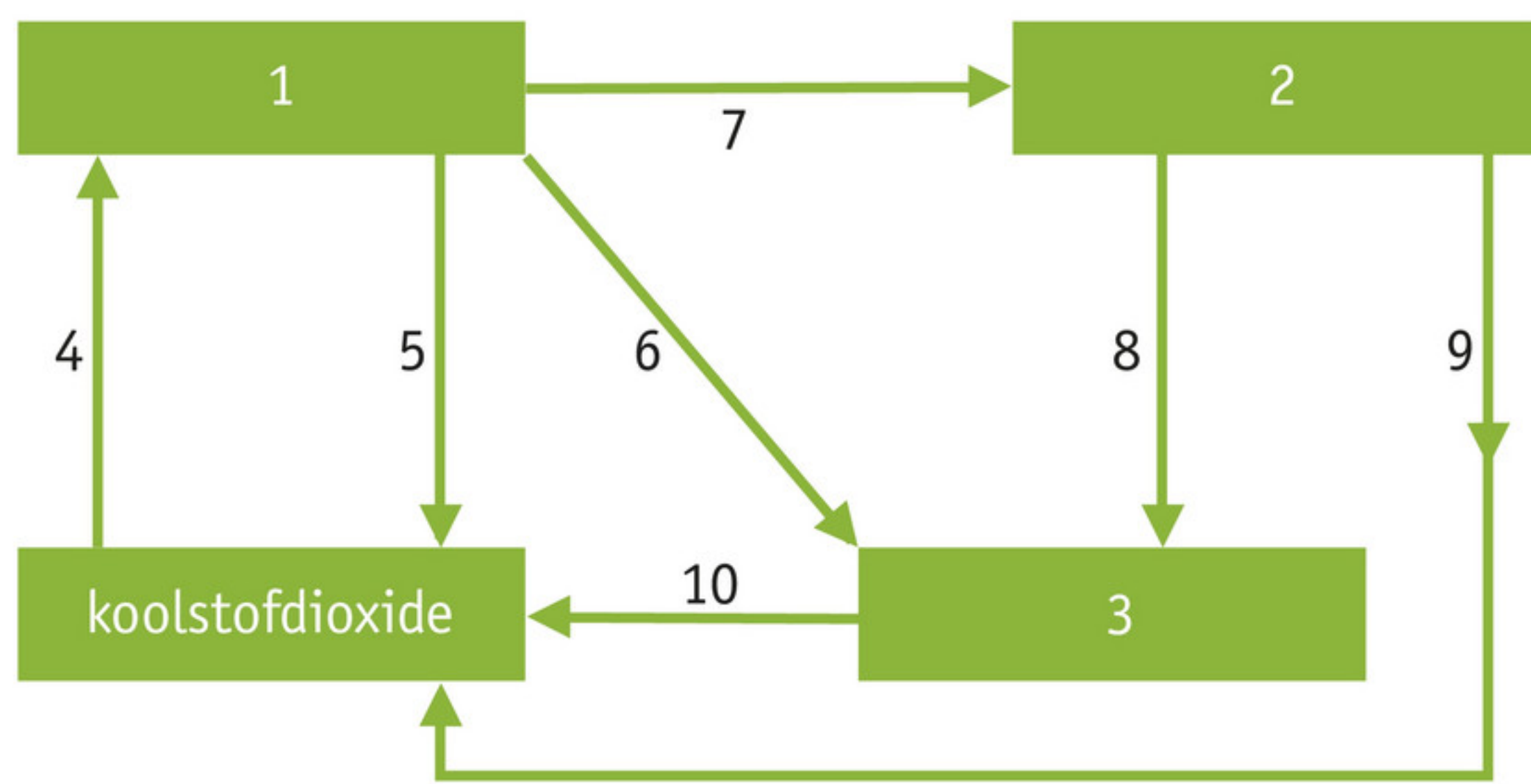
► Afb. 53



In afbeelding 54 is de koolstofkringloop schematisch weergegeven. Drie vakken en zeven pijlen zijn genummerd.

- 4 Door welk vak worden de energierijke stoffen in producenten weergegeven?
- 5 Door welk vak worden de energierijke stoffen in reducenten weergegeven?
- 6 Bij welke pijl(en) is er sprake van verbranding?
- 7 Bij welke pijl(en) is er sprake van dode resten van organismen?

▼ Afb. 54



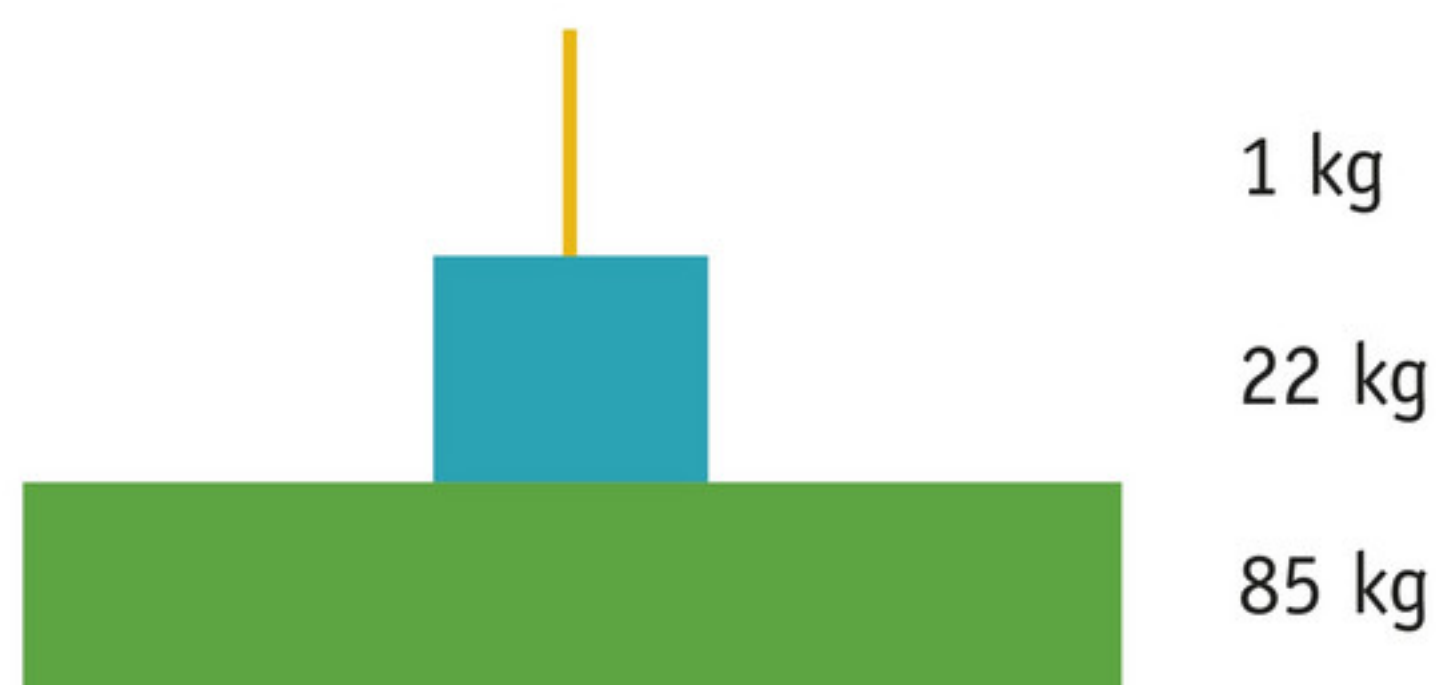
- 8 Door groente-, fruit- en tuinafval (gft) te vermengen met bacteriën en schimmels ontstaat compost die gebruikt kan worden om planten te bemesten. Leg dat uit aan de hand van de stikstofkringloop.

DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Heeft een piramide van aantallen altijd een piramide-vorm? Leg je antwoord uit.
- 2 In afbeelding 55 is een piramide van biomassa getekend van de voedselketen *gras* → *sprinkhaan* → *spitsmuis*. Een jonge spitsmuis weegt aan het begin van de zomer 5 g. Aan het einde van de zomer weegt hij 12 g. Hoeveel gram gras was nodig om de spitsmuis 7 g zwaarder te laten worden? Ga ervan uit dat de spitsmuis alleen sprinkhanen eet en de sprinkhanen alleen gras.

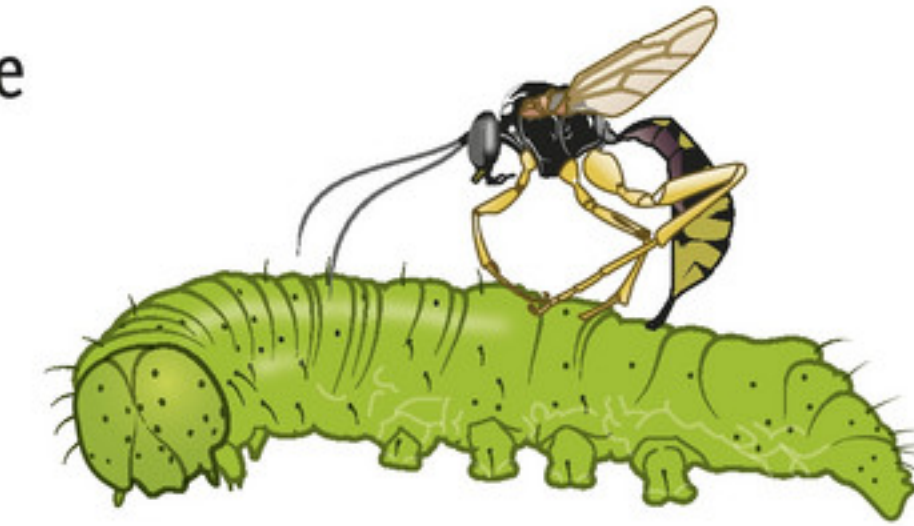
► Afb. 55



- 3 Van een voedselketen van vier schakels is van elke schakel de biomassa berekend. Deze biomassa's zijn: 1 kg, 20 kg, 400 kg en 40 000 kg. Hoeveel kilogram is de biomassa van alle consumenten samen?

- 4 De vrouwtjes van sluipwespen leggen hun eieren in larven van insecten (gastheerlarven, zie afbeelding 56). Een sluipwesplarve die uit het eitje komt, eet de gastheerlarve van binnenuit op. Staat de sluipwesplarve in de piramide van biomassa op een hoger trofisch niveau dan de gastheerlarve, op een gelijk niveau, of op een lager niveau?

► Afb. 56 Sluipwespvrouwtje legt eitjes in een rups.



DOELSTELLING 7

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In een voedselketen kan de hoeveelheid energierijke stoffen in de eerste schakel worden vergeleken met de hoeveelheid energierijke stoffen in de tweede schakel. In welke schakel is de hoeveelheid energierijke stoffen het grootst? En waardoor?
 - A In de eerste schakel, doordat het aantal individuen in deze schakel het grootst is.
 - B In de eerste schakel, doordat er in elke schakel energie uit de voedselketen verdwijnt.
 - C In de tweede schakel, doordat het aantal individuen in deze schakel het grootst is.
 - D In de tweede schakel, doordat er in elke schakel energie wordt opgenomen.
- 2 Jonge konijntjes zijn veel in beweging. Ze groeien ook goed. Twee leerlingen doen hierover een uitspraak. Pablo zegt dat de energierijke stoffen die de konijntjes gebruiken voor beweging worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen. Ruthy zegt dat de energierijke stoffen die de konijntjes gebruiken voor de groei worden doorgegeven aan de volgende schakel in de voedselketen. Wie heeft gelijk?
 - A Geen van beide heeft gelijk.
 - B Alleen Pablo heeft gelijk.
 - C Alleen Ruthy heeft gelijk.
 - D Zowel Pablo als Ruthy heeft gelijk.
- 3 Uilenballen kun je vaak in een bos vinden (zie afbeelding 57). Uilenballen bevatten haren, botjes en andere onverteerbare delen van de prooien die een uil heeft gegeten. Een uil heeft een muis gevangen en opgegeten. Korte tijd later braakt de uil een uilenbal uit. Bevat deze uilenbal energierijke stoffen van de muis? Zo ja, door welke organismen kunnen deze energierijke stoffen als bouwstoffen of brandstoffen worden gebruikt?

- A Deze uilenbal bevat geen energierijke stoffen van de muis.
- B Deze uilenbal bevat energierijke stoffen van de muis, die door de uil als bouwstoffen of brandstoffen kunnen worden gebruikt.
- C Deze uilenbal bevat energierijke stoffen van de muis, die door producenten als bouwstoffen of brandstoffen kunnen worden gebruikt.
- D Deze uilenbal bevat energierijke stoffen van de muis, die door reducenten als bouwstoffen of brandstoffen kunnen worden gebruikt.

► Afb. 57 Uilenbal.

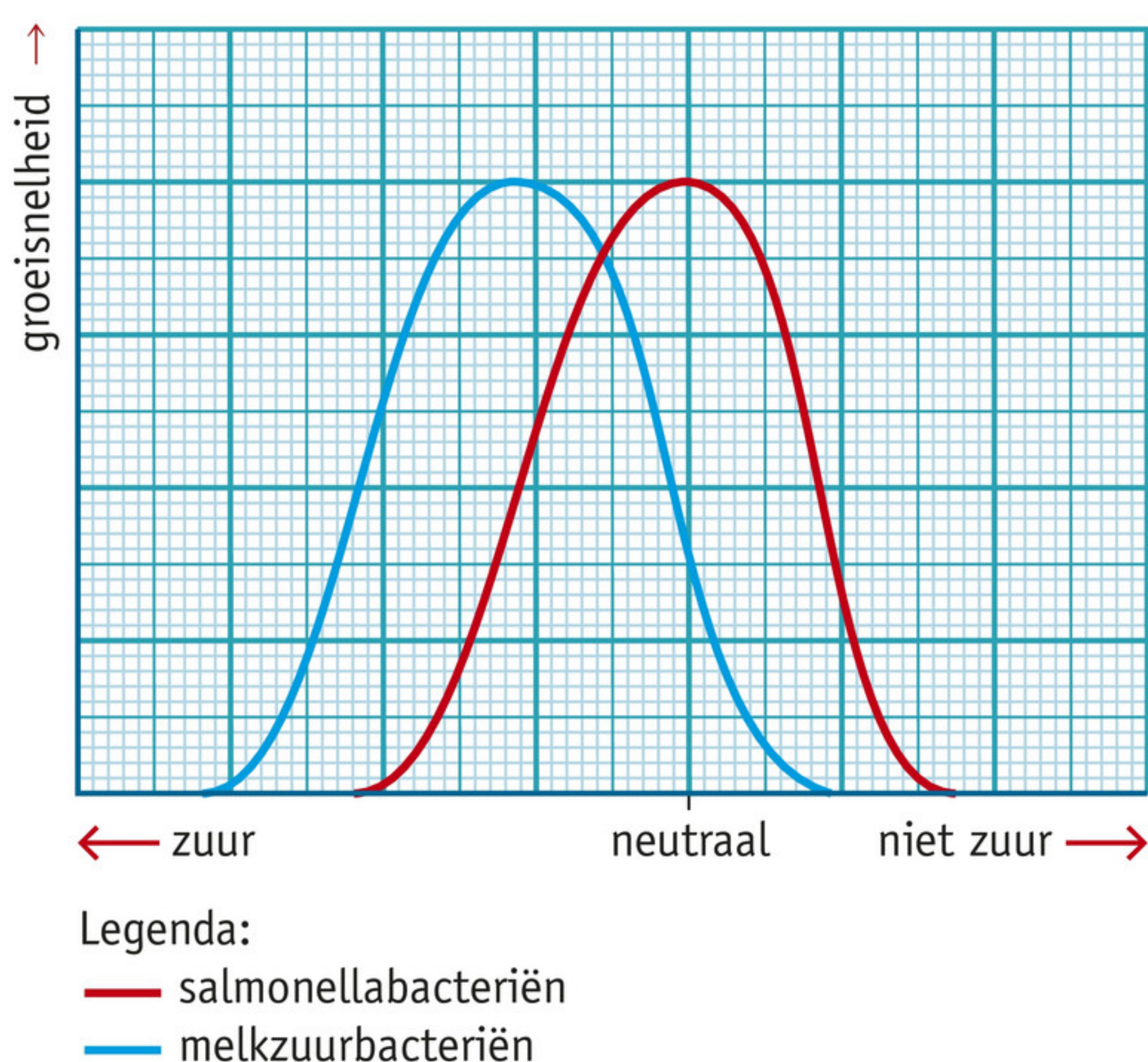


DOELSTELLING 8

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In rauwe melk kunnen verschillende soorten bacteriën voorkomen. Sommige soorten zijn schadelijk, zoals salmonella. Andere zijn juist gezond, zoals melkzuurbacteriën.
Hoe goed bacteriën groeien in melk hangt niet alleen af van de temperatuur, maar ook van hoe zuur de omgeving is. In afbeelding 58 is dat weergegeven. Als in melk melkzuurbacteriën groeien, ontstaat melkzuur, waardoor de melk zuurder wordt. Leg uit welk gevolg dit heeft voor de melkzuurbacteriën en voor de salmonellabacteriën in de melk.

▼ Afb. 58



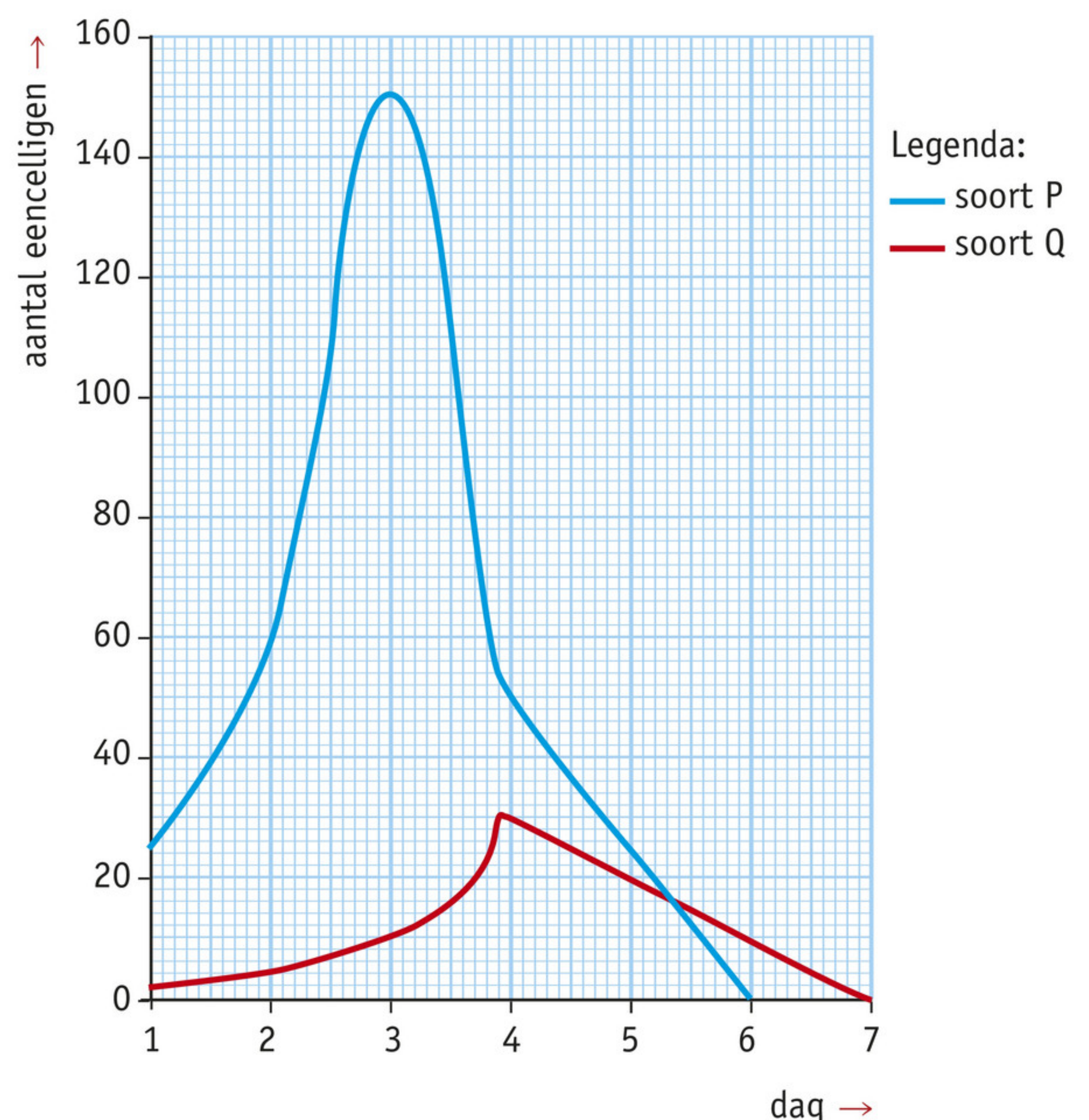
- 2 In afbeelding 59 is een grasland weergegeven met enkele organismen die erin voorkomen. Gedurende enkele zomers is het erg droog. Daardoor komt er steeds minder gras in het gebied van afbeelding 59. Hoe zal hierdoor het aantal velduilen in dit gebied veranderen? En hoe zal het aantal veldmuizen veranderen?

► Afb. 59

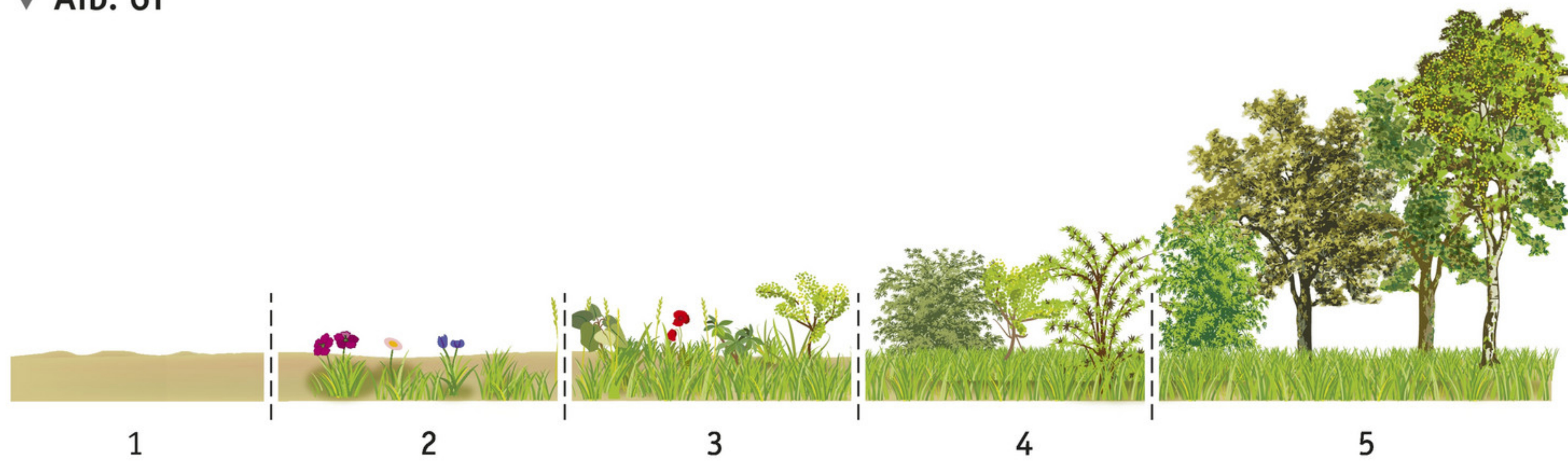


- 3 Twee soorten eencellige diertjes, P en Q, bevinden zich in een pot met water en voedingsstoffen. Dagelijks wordt het aantal diertjes per soort bepaald. In het diagram van afbeelding 60 zijn de resultaten weergegeven. Een van beide soorten wordt opgegeten door de andere soort. Welke soort wordt opgegeten, soort P of soort Q? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 60



▼ Afb. 61



DOELSTELLING 9

In afbeelding 61 is de ontwikkeling van de plantengroei op een kaal stuk land schematisch weergegeven in vijf stadia. Beantwoord de volgende vragen over afbeelding 61.

- 1 Hoe heet het proces dat is weergegeven?
- 2 In welk stadium zijn de verschillen in abiotische factoren het grootst?
- 3 Hoe noem je het ecosysteem als het zich in stadium 2 bevindt?
- 4 In welk stadium kun je het grootste aantal verschillende soorten organismen aantreffen?
- 5 Hoe verandert de humuslaag van stadium 1 naar stadium 5?

DOELSTELLING 10

Beantwoord de volgende vragen.

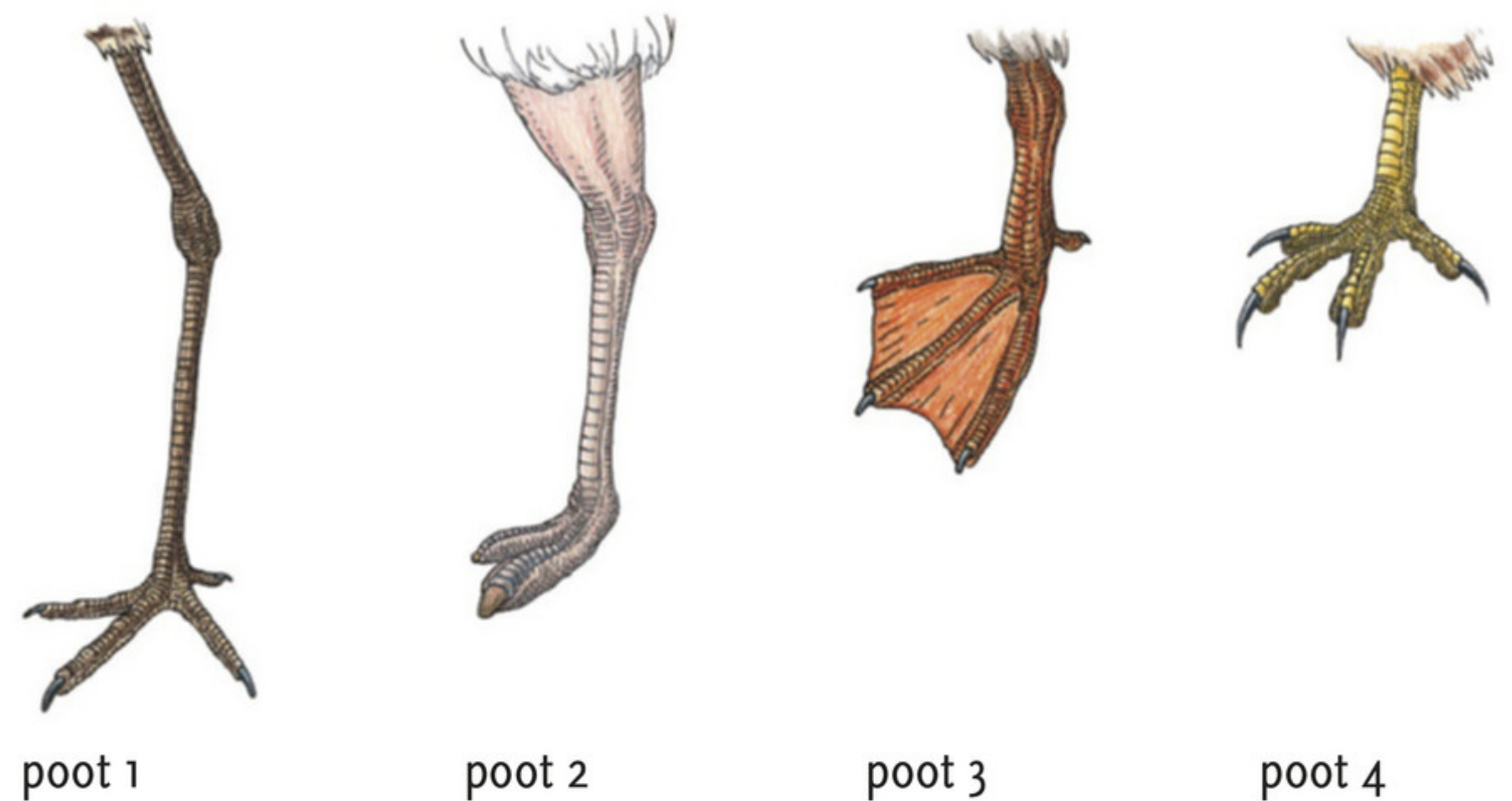
- 1 Welk voordeel heeft een gestroomlijnd lichaam bij dieren die zwemmen of vliegen vergeleken met dieren zonder gestroomlijnd lichaam?
- 2 In afbeelding 62 zie je een savanne. De bodem van een savanne is stevig, er groeien vooral grassoorten. Hier en daar staat een boom. Zul je in een savanne vooral teengangers, topgangers of zoolgangers tegenkomen?

▼ Afb. 62 Savanne in Afrika.



- 3 In afbeelding 63 zijn vier poten van vogels getekend. Welke poot is afkomstig van een loopvogel?

▼ Afb. 63



- 4 Afbeelding 64 is een foto van de kop van een vogel. Hoe gebruikt deze vogel de snavel bij het verkrijgen van voedsel?

▼ Afb. 64



- 5 Welke van de vier vogelpoten van afbeelding 63 kan een poot zijn van de vogel van afbeelding 64?

DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Twee kenmerken bij planten zijn:
 - 1 het wortelstelsel is klein;
 - 2 er bevinden zich luchtkanalen in de stengels.
 Welk(e) van deze kenmerken kun je aantreffen bij waterplanten?
 - A Geen van beide kenmerken.
 - B Alleen kenmerk 1.
 - C Alleen kenmerk 2.
 - D Beide kenmerken.
- 2 Enkele biotopen zijn een bos, een meer, een slik (modderige zandbank langs de kust) en een woestijn. In welke van deze biotopen komen veel planten voor die water opslaan?
 - A In een bos en in een meer.
 - B In een bos en op een slik.
 - C In een meer en in een woestijn.
 - D Op een slik en in een woestijn.
- 3 Vroeg in het voorjaar bloeien in sommige beukenbossen planten als bosanemoon en speenkruid (zie afbeelding 65). Daarna verdorren deze planten en sterven de bovengrondse delen af. In het voorjaar is een bepaalde abiotische factor gunstiger voor deze planten dan in de zomer. Welke abiotische factor is gunstiger? En hoe verschilt die factor in het voorjaar en in de zomer?
 - A De hoeveelheid licht: in het voorjaar valt op de bodem in een bos meer licht dan in de zomer.
 - B De hoeveelheid voedingsstoffen: in het voorjaar zijn in de bodem in een bos minder voedingsstoffen beschikbaar dan in de zomer.
 - C De temperatuur: in het voorjaar is de temperatuur van de bodem in een bos hoger dan in de zomer.
 - D Het watergehalte: in het voorjaar is de bodem in een bos droger dan in de zomer.

▼ Afb. 65



1 bosanemoon



2 speenkruid

EXTRA DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 In een koraalrif leven heel veel verschillende soorten organismen. Sommige soorten leven van hetzelfde voedsel, maar doordat ze op verschillende momenten van de dag jagen, is er weinig concurrentie tussen de individuen van verschillende soorten. Iedere soort heeft zo zijn eigen rol. Hoe noem je de rol die een soort in een ecosysteem heeft?
- 2 Welk voordeel heeft een rangorde binnen een groep?

In afbeelding 66 is een zebra met ossenpikkers te zien. Ossenpikkers zijn vogels die leven van teken, vlooiën en luizen op de huid van onder andere zebra's.

- 3 Hoe noem je een samenlevingsvorm tussen individuen van verschillende soorten?
- 4 Er bestaan verschillende samenlevingsvormen. Hoe noem je de samenlevingsvorm tussen ossenpikkers en zebra's? Leg je antwoord uit.

▼ Afb. 66 Ossenpikker en zebra.



EXTRA DOELSTELLING 13

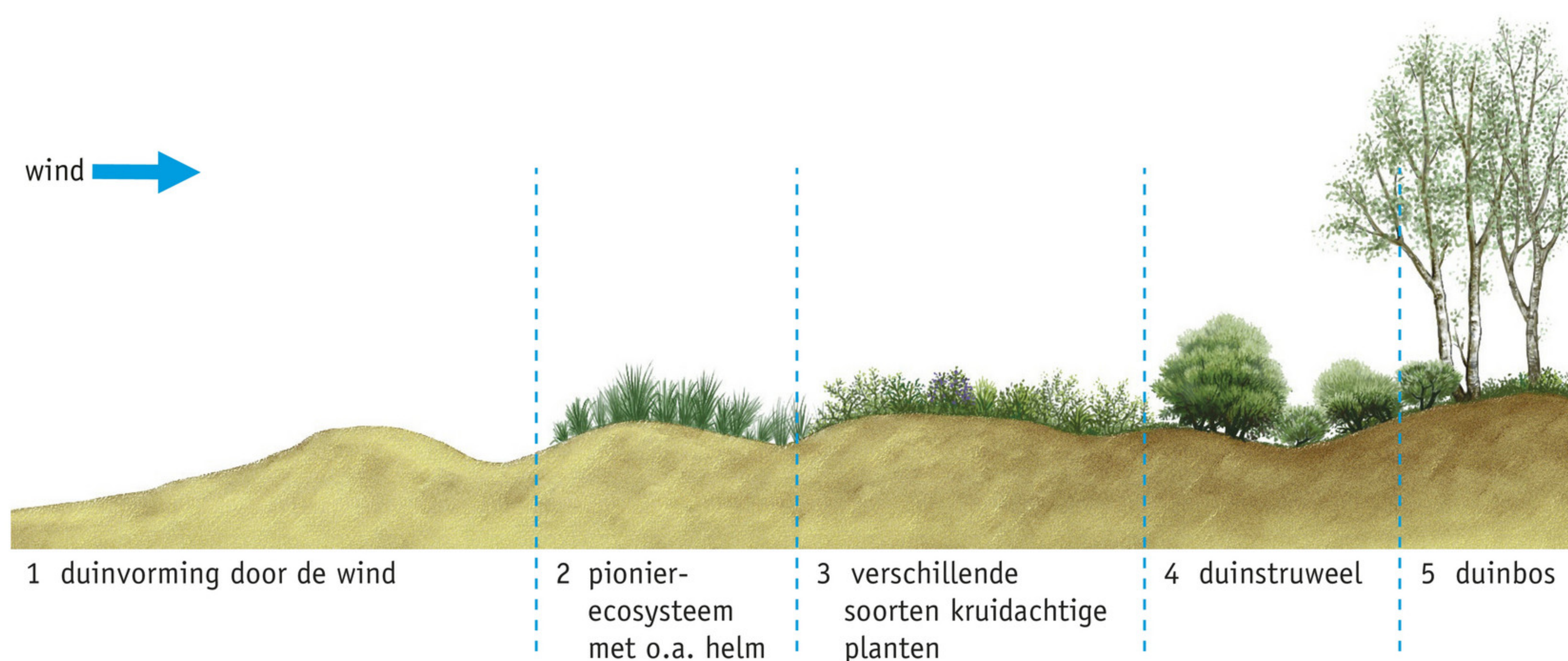
Kruis aan of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 Doordat zand uit grotere deeltjes bestaat dan klei zit in zandgrond maar weinig lucht.
- 2 Planten die in zandgrond groeien hebben meestal langere wortels dan planten die in kleigrond groeien.
- 3 Kleigrond bevat meestal meer water dan zandgrond.
- 4 Door humus te vermengen met kleigrond neemt de hoeveelheid lucht in kleigrond af.
- 5 Om planten beter te laten groeien kun je humus vermengen met de grond.

De verrijgingsstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijgingsstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Ecosystemen in Nederland

▼ **Afb. 67** Stadia van successie in een duingebied.



▼ **Afb. 68** Helm.



▼ **Afb. 69** Duinstruweel.



DUINEN

Duinen zijn zandheuvelds die door de wind zijn aangewaaid. In een duingebied zie je vaak verschillende stadia van de successie (zie afbeelding 67). De stadia zijn het gemakkelijkst te onderscheiden aan de plantengroei.

De eerste planten zijn bestand tegen barre omstandigheden. Als ze ondergestoven raken, moeten ze weer boven het zand uit groeien. Ook moeten ze genoeg hebben aan heel weinig humus in de bodem. Slechts enkele planten zijn daartegen bestand. De eerste soorten die verschijnen, zijn bepaalde **grassen**, waaronder helm (zie afbeelding 68). Deze grassen maken deel uit van het pionierecosysteem in een duingebied. Als de eerste grassen zich hebben gevestigd, stuift het zand minder vaak weg en komt er langzaam meer humus in de bodem. Het pionier-ecosysteem wordt verdrongen door een ander ecosysteem, waarin verschillende soorten **kruidachtige planten** groeien.

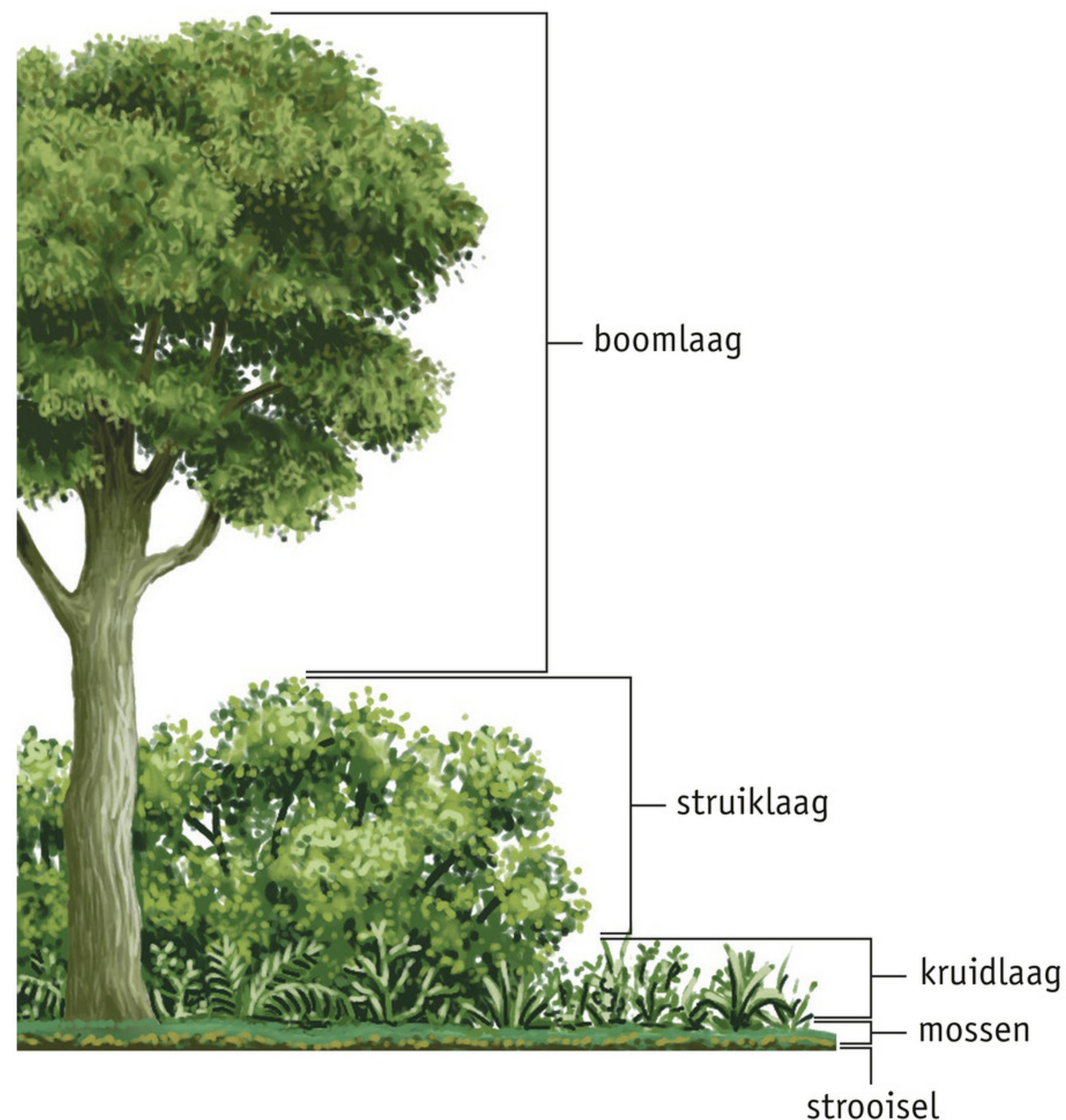
Dit stadium duurt enige tijd. Soms wordt in dit stadium de successie verstoord, bijvoorbeeld wanneer konijnen holen graven of wanneer door een storm een dikke laag zand over de planten waait. Dan begint de successie weer van voren af aan met het pionierecosysteem.

Na verloop van tijd beginnen er struiken te groeien, vooral duindoornstruiken. We noemen deze begroeiing het **duinstruweel** (zie afbeelding 69). Dit is het derde stadium van de successie. Ten slotte vestigt het climaxecosysteem zich: een **duinbos** met berken, wilgen en vlierstruiken.

LOOFBOS

Loofbos is het natuurlijke climaxecosysteem in het grootste deel van Nederland. In een loofbos groeien de planten in verschillende lagen (zie afbeelding 70). Op de bodem van een bos ligt strooisel. In het strooisel komen veel kleine dieren voor. Vlak boven het strooisel bevindt zich de moslaag. Deze laag is slechts enkele centimeters hoog. Hierin groeien onder andere mossen en paddenstoelen. Boven de moslaag ligt de kruidlaag. Hierin groeien varens, de bosbes en allerlei kruidachtige planten. Daarboven bevindt zich de struiklaag en helemaal bovenaan de boomlaag met de kruinen van de bomen. Tussen de vier lagen vindt concurrentie om het zonlicht plaats en concurrentie om op de bodem zoveel mogelijk zaden te kunnen laten ontkiemen.

► **Afb. 70** De lagen in een loofbos.



▼ **Afb. 71** Een naaldbos.

**NAALDBOS**

Naaldbos komt van nature niet in Nederland voor. Waar naaldbossen voorkomen, zijn ze aangeplant. Naaldbomen groeien sneller dan loofbomen. In een naaldbos komen niet dezelfde lagen voor als in een loofbos (zie afbeelding 71). Een naaldbos is veel armer aan soorten dan een loofbos.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 77

2 De strooisellaag

In veel ecosystemen is de bodem bedekt met een laag afgevalen takjes en bladeren. We noemen dat **strooisel** (zie afbeelding 72). In de laag strooisel en in de bovenste laag van de bodem leven veel kleine dieren. Vooral op een warme middag kun je hierin veel diertjes aantreffen.

In deze verrijkingsstof onderzoek je de laag strooisel en de bovenste laag van de bodem op de aanwezigheid van kleine bodemdieren. Je voert dit onderzoek uit in een groepje.

Je kunt dit onderzoek uitvoeren in verschillende ecosystemen in de omgeving van je school, zoals een bos, een weiland, een akker of een park.

▼ **Afb. 72** Strooisellaag.



▼ **Afb. 73** Een app om dieren te zoeken.



In het ecosysteem neem je een **monster** van het strooisel en van de bovenste laag van de bodem. In de klas verzamel je de bodemdiertjes die in je monster voorkomen.

Van de gevonden diertjes probeer je de naam op te zoeken. Hiervoor kun je een zoekkaart, een naslagwerk, internet of een app gebruiken.

WB OPDRACHT 1 EN 2 BLZ. 78

3 Biotopenkaart

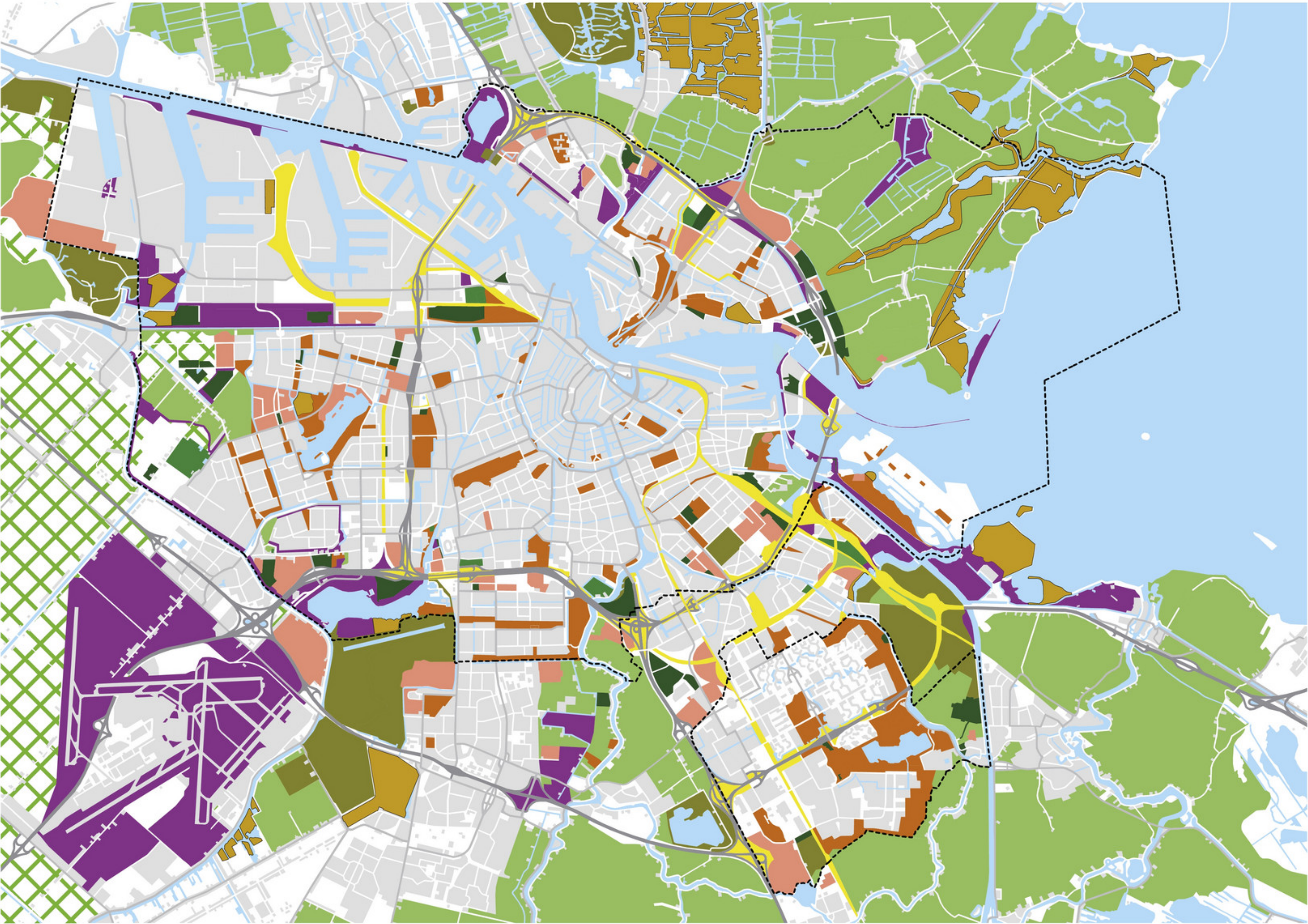
In iedere gemeente zijn verschillende biotopen te vinden. Welke biotopen er zijn en waar die zich bevinden, kun je aangeven op een plattegrond van de gemeente. In afbeelding 74 zie je een biotopenkaart van Amsterdam.

Veel biotopen in een gemeente zijn erg klein. Met een biotopenkaart kun je zien of je bepaalde biotopen met elkaar kunt verbinden. Als de biotopen een grotere eenheid vormen, kunnen er vaak meer verschillende organismen leven, waardoor de biodiversiteit toeneemt.

In deze verrijksstof maak je een biotopenkaart van je eigen omgeving. Je maakt hierbij gebruik van internet.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 80

▼ **Afb. 74** Biotopenkaart van Amsterdam.



- Legenda biotopenkaart:
- | | | | |
|----------|---------------|--------------|--------|
| landbouw | begraafplaats | volkstuinen | anders |
| weiland | park | (spoor)wegen | |
| bos | sportterrein | rietmoeras | |

7

Mens en milieu



BASISSTOF

1	De mens en het milieu	116
2	Energie	123
3	Het broeikaseffect	127
4	Schone lucht	131
5	Afval	134
6	Voedselproductie	139
7	Bescherming tegen ziekten en plagen	146

EXTRA BASISSTOF

8	Water en bodem	150
9	Maatregelen om het milieu te beschermen	154

SAMENVATTING EN DIAGNOSTISCHE TOETS

Samenvatting	156
Diagnostische toets	161

VERRIJKINGSSTOF

1	Zwerfafval	169
2	Ecologische voetafdruk	172
3	Een bodemprofiel maken	173



Dit thema heet: Mens en milieu. De mens is afhankelijk van het milieu, maar heeft er ook invloed op. Mensen gaan niet altijd zorgvuldig met het milieu om. Daardoor zijn milieuproblemen ontstaan. In dit thema leer je wat de voornaamste oorzaken en gevolgen van die milieuproblemen zijn.

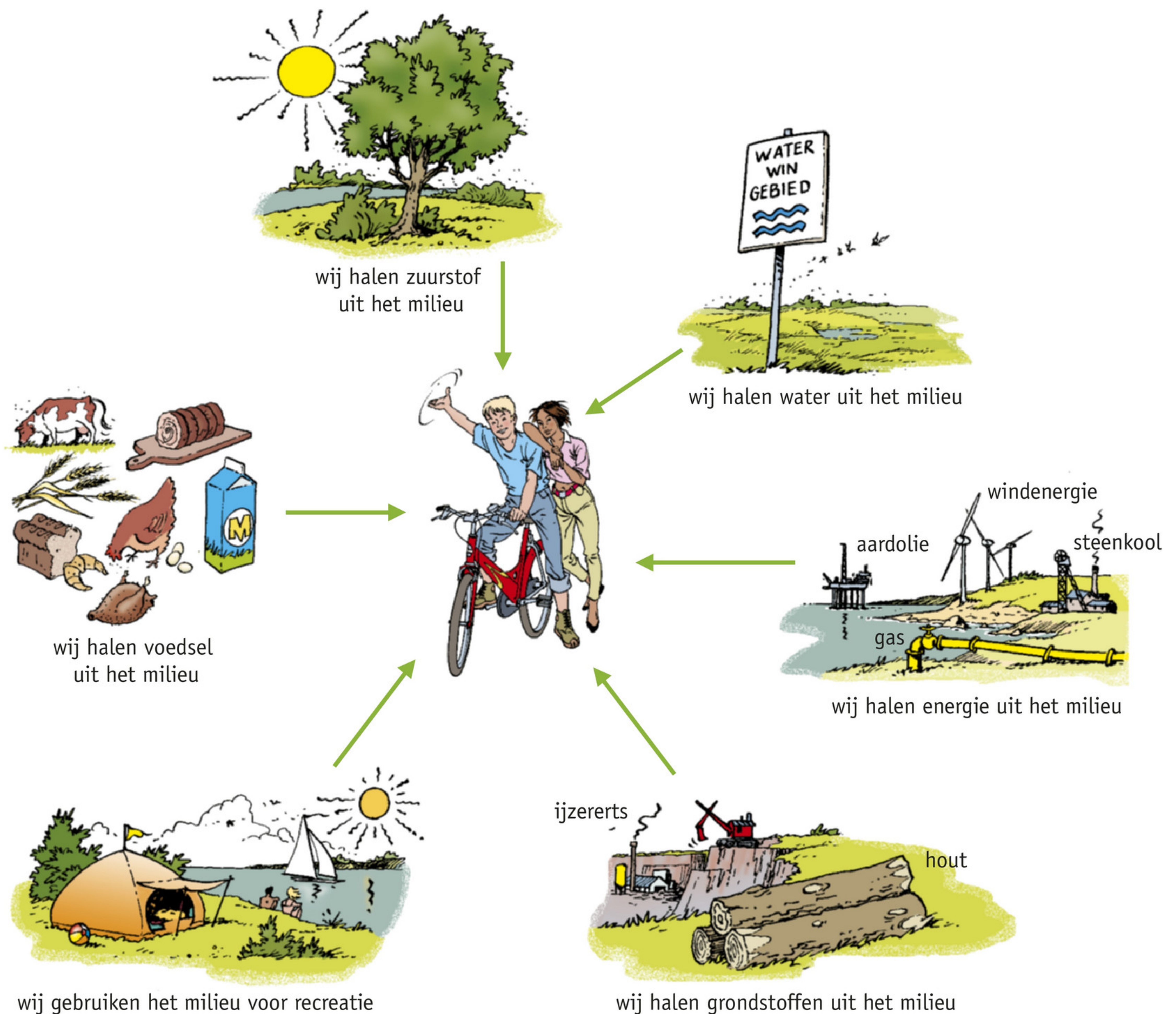
Steeds meer mensen worden zich bewust van het belang van een schoon milieu. Je leert wat er gedaan wordt om het milieu te beschermen en welke organisaties zich hiermee bezighouden. Ook leer je hoe je zelf kunt meehelpen het milieu te beschermen.

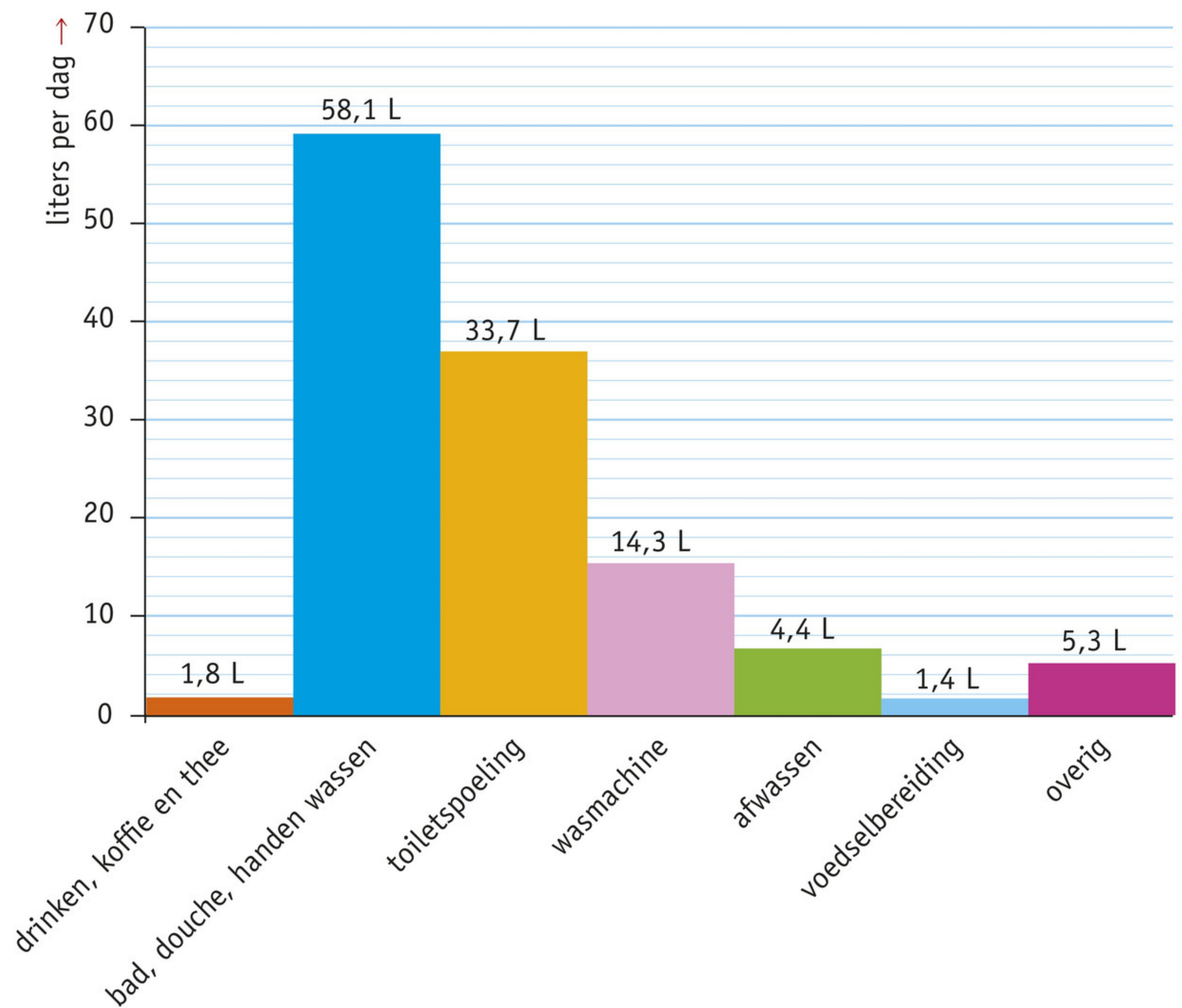
Je leest de basisstof door. Je komt dan vanzelf opdrachten tegen. Deze opdrachten maak je in je werkboek.

1 De mens en het milieu

▼ **Afb. 1** De mens is afhankelijk van het milieu.

Het milieu heeft invloed op de mens. De mens is net als alle andere organismen afhankelijk van het milieu (zie afbeelding 1).



► **Afb. 2** Waterverbruik in Nederland.▼ **Afb. 3** Schapen leveren de grondstof wol.

Mensen halen voedsel, zuurstof en water uit het milieu om te eten, adem te halen en om te drinken, zich te wassen of het toilet door te spoelen (zie afbeelding 2). Ook wordt veel water gebruikt in de industrie en landbouw. Mensen halen energie uit het milieu, bijvoorbeeld om te koken, hun huis te verwarmen en om machines te laten werken. Daarnaast levert het milieu grondstoffen. Grondstoffen worden gebruikt om producten te maken. Van ijzererts wordt ijzer gemaakt, van schapenvacht wordt wol gemaakt en van aardolie worden onder andere plastic en andere kunststoffen gemaakt (zie afbeelding 3). Sommige planten en dieren leveren grondstoffen voor medicijnen.

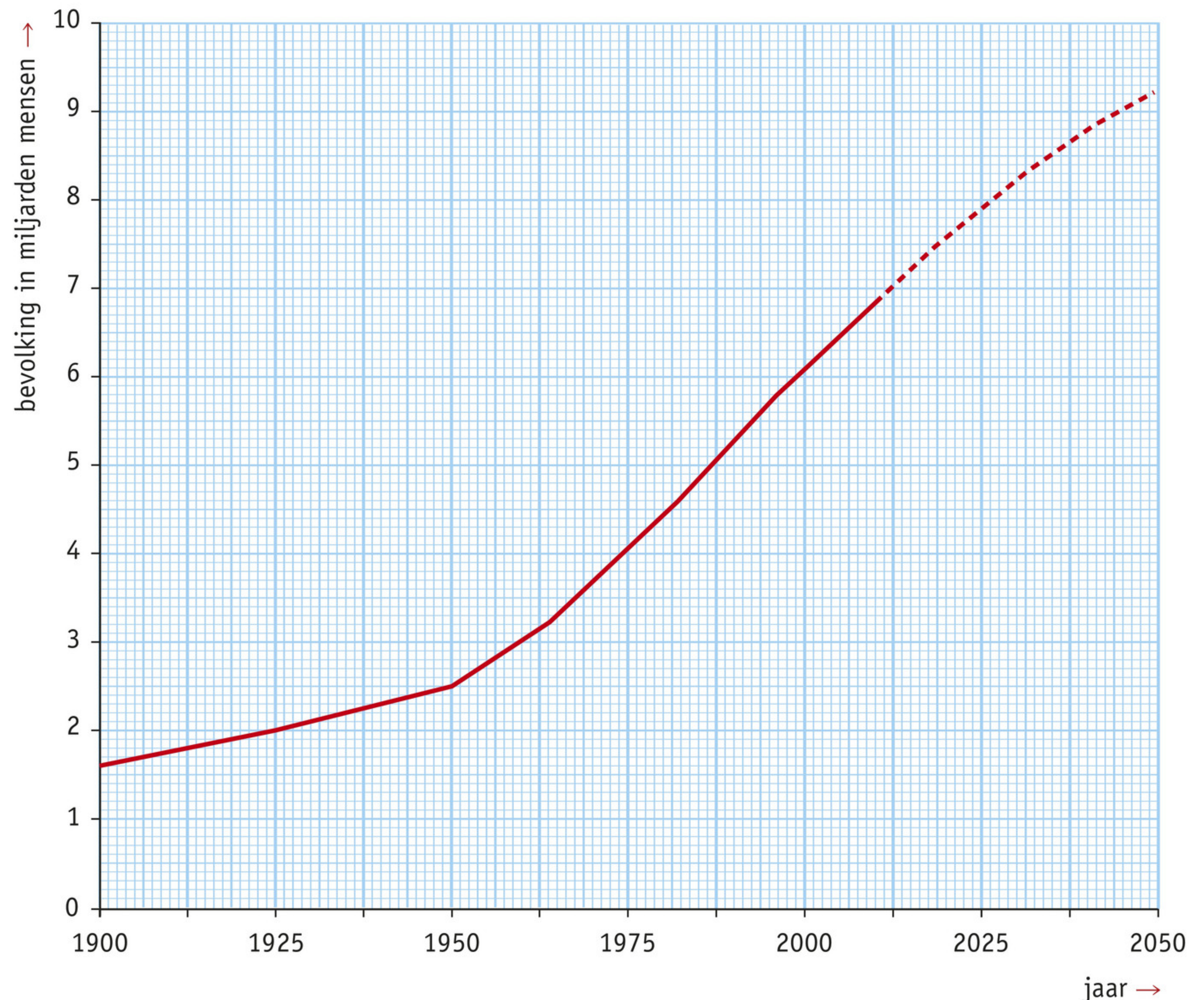
► **Afb. 4** Het milieu als plaats voor recreatie.

Ten slotte is het milieu belangrijk als plaats voor recreatie. Veel mensen gebruiken het milieu om zich te ontspannen. Ze brengen hun vrije tijd graag door in de natuur, bijvoorbeeld om te wandelen, te vissen of te zwemmen (zie afbeelding 4).

INVLOEDEN OP HET MILIEU

De mens heeft invloed op het milieu. Doordat mensen bepaalde stoffen aan het milieu onttrekken en er andere stoffen aan toevoegen, veranderen ze het milieu. In het verleden, toen er nog maar weinig mensen op aarde leefden, was de invloed van de mens op het milieu gering. Tegenwoordig veroorzaken de activiteiten van de mens vaak milieuproblemen. **Milieuproblemen** ontstaan doordat de mens stoffen aan het milieu toevoegt die leiden tot **vervuiling**, of doordat de mens zoveel stoffen aan het milieu onttrekt dat er sprake is van **uitputting**. Door vervuiling en uitputting vindt **aantasting** van het milieu plaats. De voornaamste oorzaken van deze milieuproblemen zijn de bevolkingstoename en de manier van leven van de mens. De wereldbevolking is de laatste honderd jaar sterk gegroeid en zal voorlopig nog blijven toenemen (zie afbeelding 5). Door die groei is er steeds meer voedsel nodig, waardoor er ook meer grond voor de landbouw nodig is. Bovendien moeten al die mensen ergens wonen en hebben ze wegen nodig om zich te verplaatsen. Ook voor de bouw van huizen en de aanleg van wegen is veel grond nodig. Doordat mensen veel grond gebruiken, verdwijnt voor veel planten en dieren hun **natuurlijk milieu**.

► **Afb. 5** Groei van de wereldbevolking sinds 1900 en de verwachte groei tot 2050.



De mens is de laatste honderd jaar anders gaan leven. Vroeger verplaatsten mensen zich bijvoorbeeld met paard en wagen, terwijl nu bijna ieder gezin een auto heeft. Hierdoor werd het mogelijk om veel verder te reizen. Verder gebruiken mensen steeds meer elektrische apparaten, zoals een stofzuiger, wasmachine, koelkast, computer en mobiele telefoon (zie afbeelding 6 en 7). Al deze apparaten en vervoermiddelen hebben energie nodig, net als de fabrieken waar ze gemaakt worden.

▼ **Afb. 6** Tegenwoordig gebruiken we veel meer elektrische apparaten.



1 vroeger



2 nu

Om elektriciteit op te wekken worden veel brandstoffen verbruikt en er komen veel afvalstoffen bij vrij. Deze afvalstoffen vervuilen het milieu. Doordat mensen in het verkeer en bij het opwekken van energie veel brandstoffen verbruiken, raken de energievoorraden op. We zeggen dan dat de **energiebronnen** uitgeput raken. Om alle machines en apparaten te maken, zijn veel grondstoffen uit het milieu nodig.

▼ **Afb. 7** Mobiele telefoons zijn niet meer weg te denken uit ons leven.



Daardoor raken ook de voorraden van deze **grondstoffen** uitgeput.

Als machines en apparaten worden afgedankt, belanden ze bij het afval. Soms is dit afval schadelijk of zelfs giftig voor het milieu. Een **gif** is een stof die een schadelijke invloed heeft op een organisme. Een toxicoloog onderzoekt de werking van gifstoffen (zie afbeelding 8).

In de **chemische industrie** komt vaak giftig afval vrij bij het maken van bijvoorbeeld kunststoffen, geneesmiddelen, wasmiddelen en verf. De overheid controleert of dit giftig afval veilig wordt verwerkt. Soms komen giftige stoffen toch in het milieu, waardoor milieuvervuiling ontstaat.

▼ **Afb. 8**

Toxicoloog

Hallo, ik ben Jan. Als toxicoloog doe ik onderzoek naar de effecten van giftige stoffen. Hierbij horen ook de effecten van bijvoorbeeld alcohol en drugs. Bij ons onderzoek is de dosis van een gifstof van belang. De dosis bepaalt namelijk de giftigheid. Veel onderzoek gebeurt in het laboratorium, maar soms gaan we zelf naar buiten om onderzoek te doen. Bijvoorbeeld als in een bos vaten met een onbekende stof worden aangetroffen. Die vaten kunnen bijvoorbeeld afkomstig te zijn van een illegaal laboratorium voor de productie van xtc. Drugsafval neemt sterk toe: de politie vond in 2013 twee keer zo veel gedumpt drugsafval als in 2012. Het onderzoek dat ik uitvoer doe ik zowel *in vivo* (op levende organismen, met behulp van planten en testdieren) als *in vitro* (Latijn voor 'in glas', dus in het

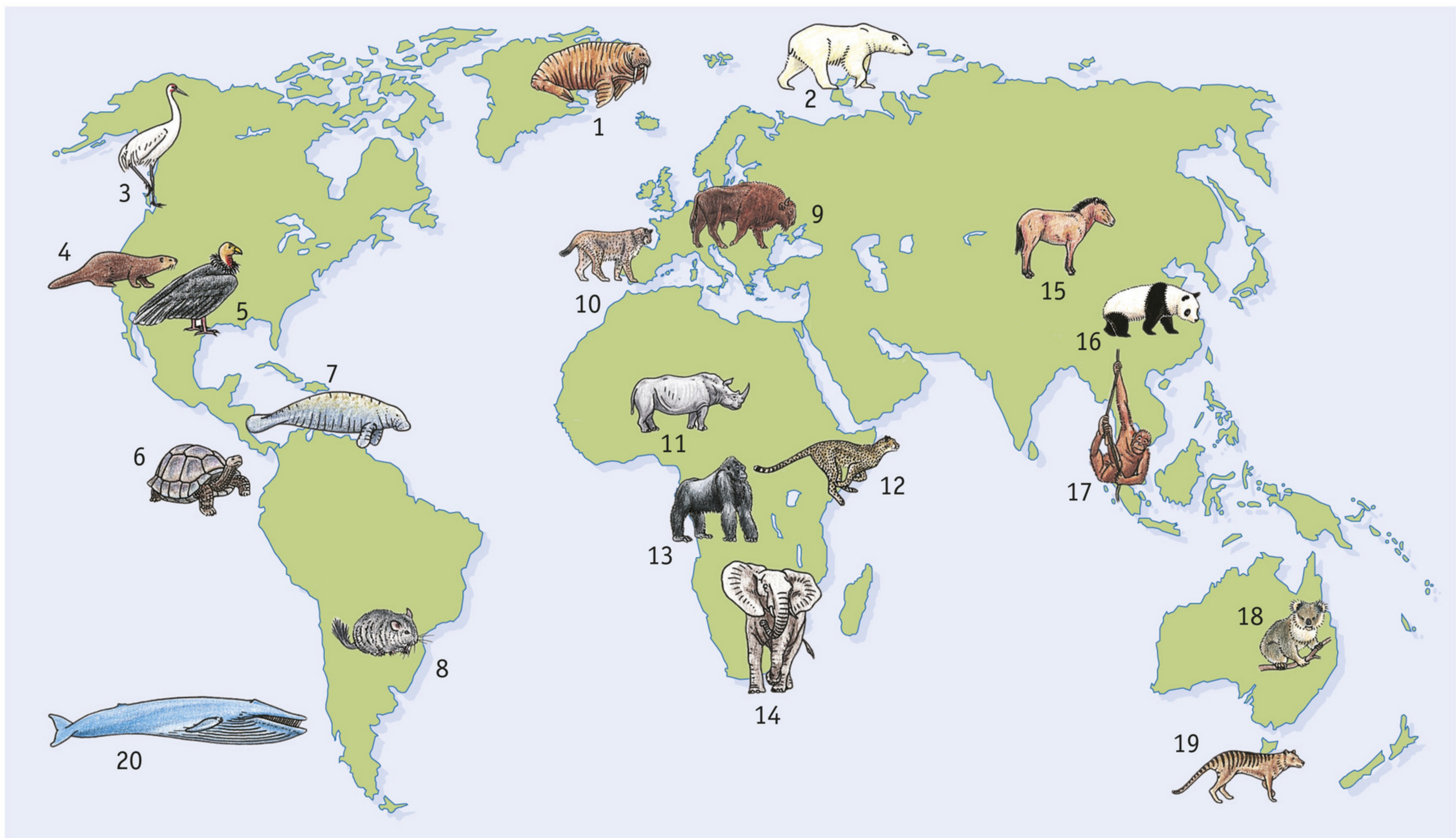


laboratorium). Dierproeven komen gelukkig steeds minder voor, want we kunnen heel goed onderzoek doen op cellen en weefsels. Voor dit beroep moet je veel biologische en scheikundige kennis hebben.

BIODIVERSITEIT

Door de activiteiten van de mens is het natuurlijk milieu van veel planten en dieren verdwenen. Ook door jacht en visserij zijn verschillende dier- en plantensoorten uitgestorven. Andere soorten worden met uitsterven bedreigd (zie afbeelding 9). Wereldwijd neemt het aantal verschillende ecosystemen af. Het gevolg is dat de variatie in de natuur afneemt, waardoor het milieu steeds eentoniger wordt. In thema 6 Ecologie heb je geleerd over **biodiversiteit** (de variatie aan soorten in de natuur). Door de invloed van de mens neemt de biodiversiteit af.

▼ **Afb. 9** Enkele bedreigde diersoorten in de wereld.



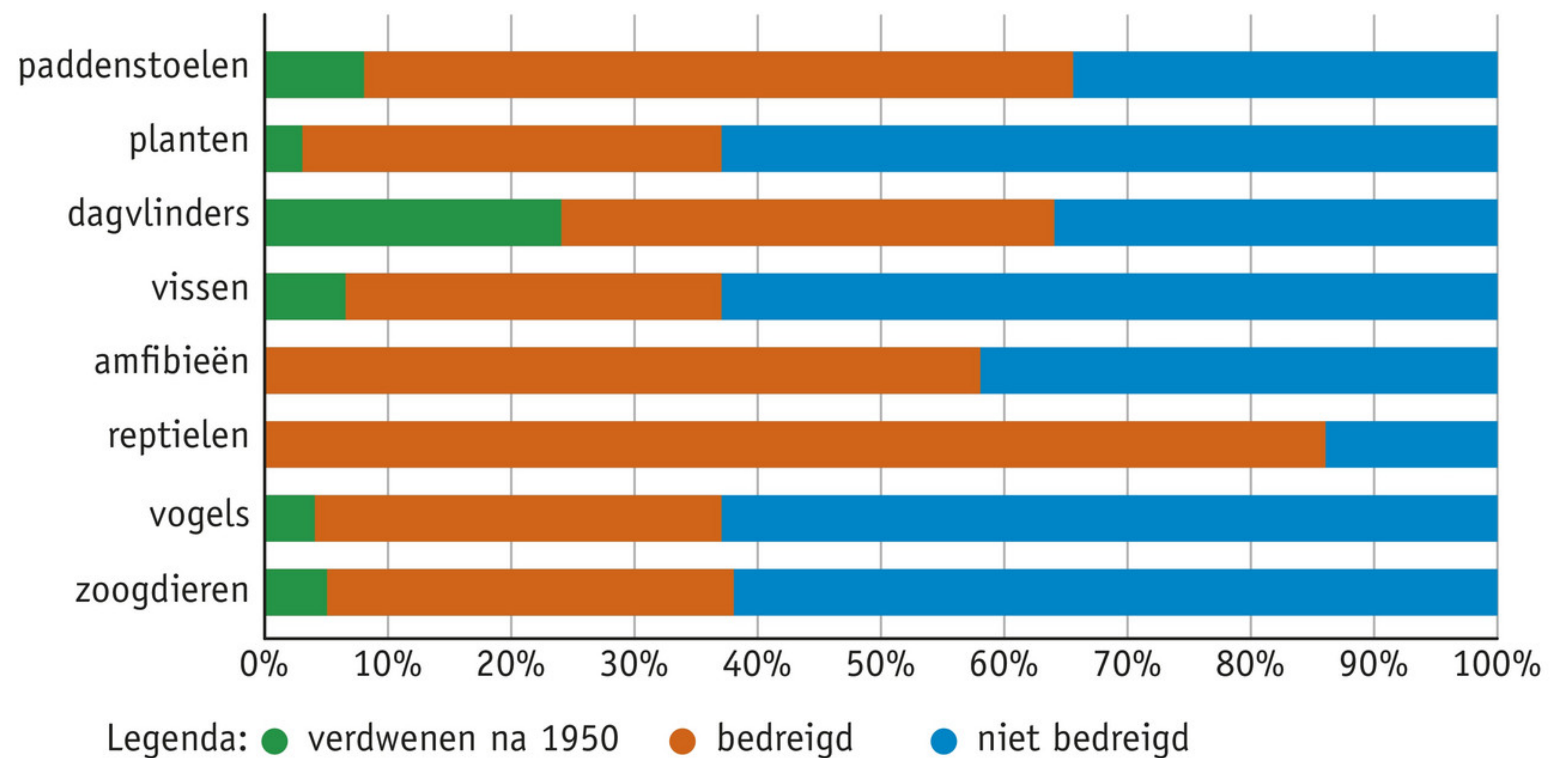
Legenda:

- 1 = walrus
- 2 = ijsbeer
- 3 = Amerikaanse kraanvogel
- 4 = zeeotter
- 5 = Californische condor
- 6 = reuzenschildpad
- 7 = zeekoe
- 8 = chinchilla
- 9 = wisent
- 10 = Spaanse lynx
- 11 = witte neushoorn
- 12 = jachtluipaard
- 13 = berggorilla
- 14 = Afrikaanse olifant
- 15 = przewalskipaard
- 16 = reuzenpanda
- 17 = orang-oetan
- 18 = koala
- 19 = buidelwolf
- 20 = blauwe vinvis

Ook in Nederland neemt de biodiversiteit af. Veel soorten zijn al verdwenen en veel andere worden bedreigd (zie afbeelding 10). De bedreigde dier- en plantensoorten zijn opgenomen op de zogenoemde Rode lijsten. Op een **Rode lijst** staat een overzicht van soorten die uit Nederland zijn verdwenen of dreigen te verdwijnen.

Ongeveer vijfhonderd van de bedreigde dier- en plantensoorten van de rode lijsten zijn opgenomen in de **Flora- en faunawet**. Deze wet beschermt planten- en diersoorten. Zo is het bijvoorbeeld niet toegestaan om beschermde planten te plukken of beschermde dieren te doden, te vangen of te verstoren.

► **Afb. 10** Bedreigde soorten in Nederland.



Met deze en andere beschermingsmaatregelen wordt geprobeerd om de populaties van bedreigde soorten weer te laten toenemen. Met het aantal ooievaars ging het bijvoorbeeld erg slecht. In 1969 werd daarom begonnen met een project om het aantal broedende ooievaars te vergroten (zie afbeelding 11). Ook zijn er projecten geweest voor de herintroductie van bevers en otters in Nederland (zie afbeeldingen 12 en 13). Herintroductie is het terugbrengen van een dier- of plantensoort in een land.

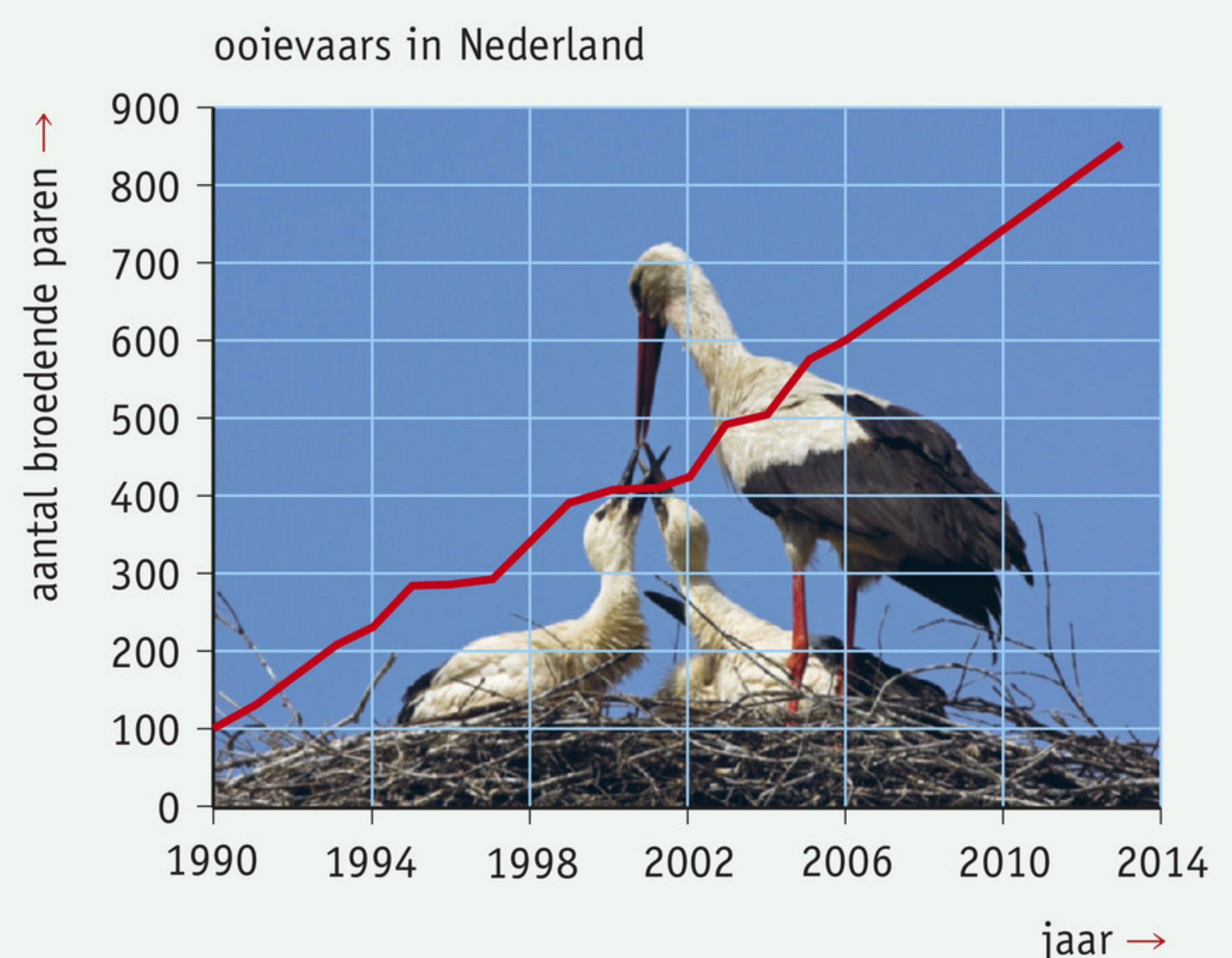
WB OPDRACHT 2 T/M 4 BLZ. 82

▼ **Afb. 11**

Ooievaar was bijna verdwenen

Volgens de eerste telling in ons land – dat was in 1910 – waren er zo'n vijfhonderd bewoonde ooievaarsnesten. Toen al was sprake van een afname. In de jaren veertig van de vorige eeuw lag het aantal op driehonderd tot driehonderdvijftig broedparen. In de jaren zestig van de vorige eeuw was de ooievaar als broedvogel bijna uit Nederland verdwenen: in 1960 waren er nog 48 nestparen en in 1970 veertien (niet al deze paren waren ook broedparen).

Om het tij te keren werd in 1969 een herintroductieprogramma voor de ooievaar gestart. In 2004 was het aantal broedparen weer op het niveau van 1910. Sinds 2004 staat de ooievaar niet meer op de Nederlandse Rode lijst van bedreigde vogelsoorten. In 2013 waren er achthonderdvijftig broedparen. Toch is de ooievaar nog niet helemaal zelfstandig: Veel van de broedparen brengen hun jongen groot met menselijke hulp.



▼ Afb. 12

Herintroductie bever erg succesvol

Bevers kwamen tot aan het begin van de negentiende eeuw algemeen in Europa voor, ook in Nederland. Ze werden sterk bejaagd voor hun pels en vlees. In 1826 werd langs de IJssel de laatste bever in ons land gedood. Omstreeks 1900 was de bever bijna helemaal uit Europa verdwenen. Door beschermende maatregelen en verplaatsingen is de bever nu in veel

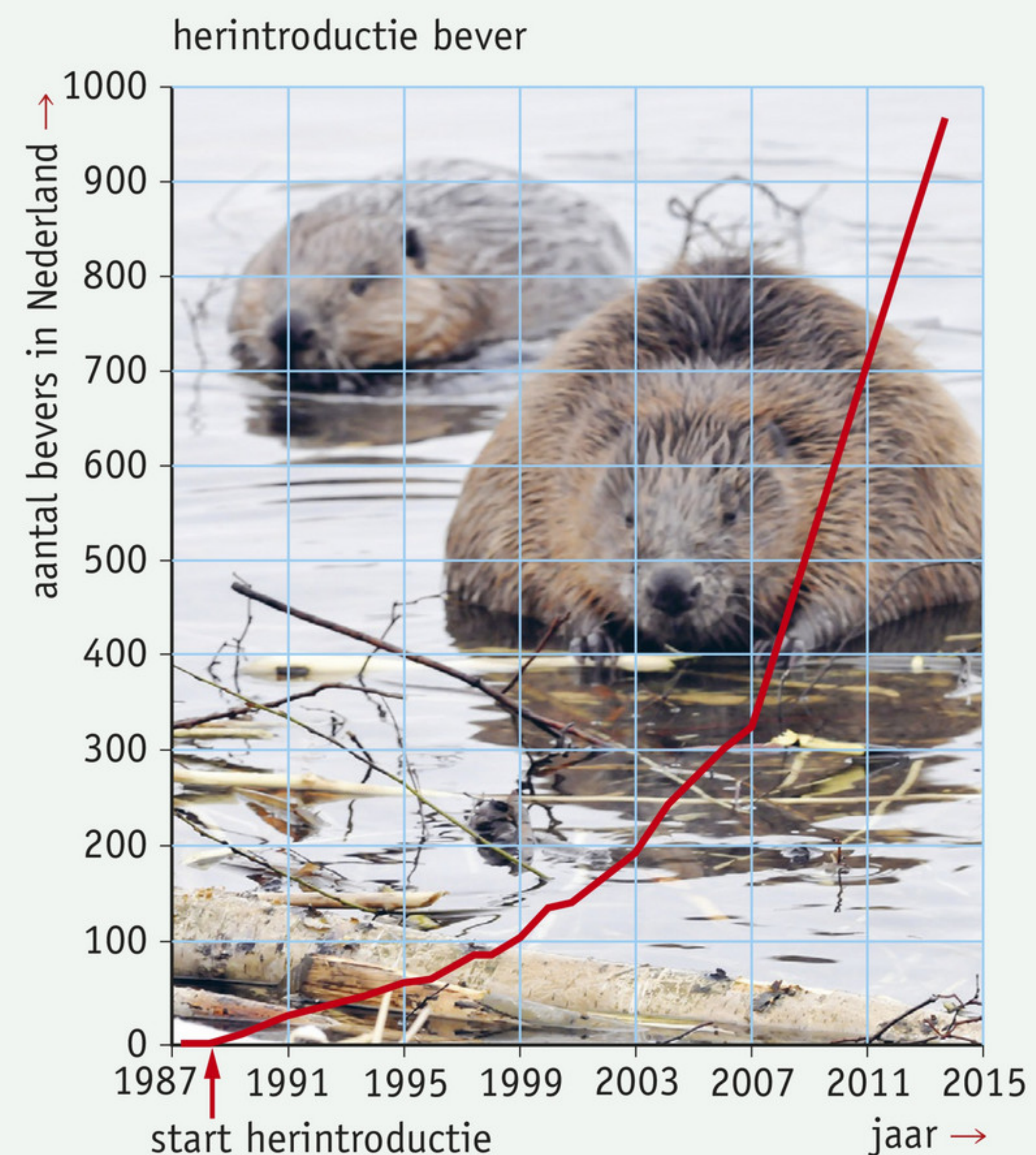
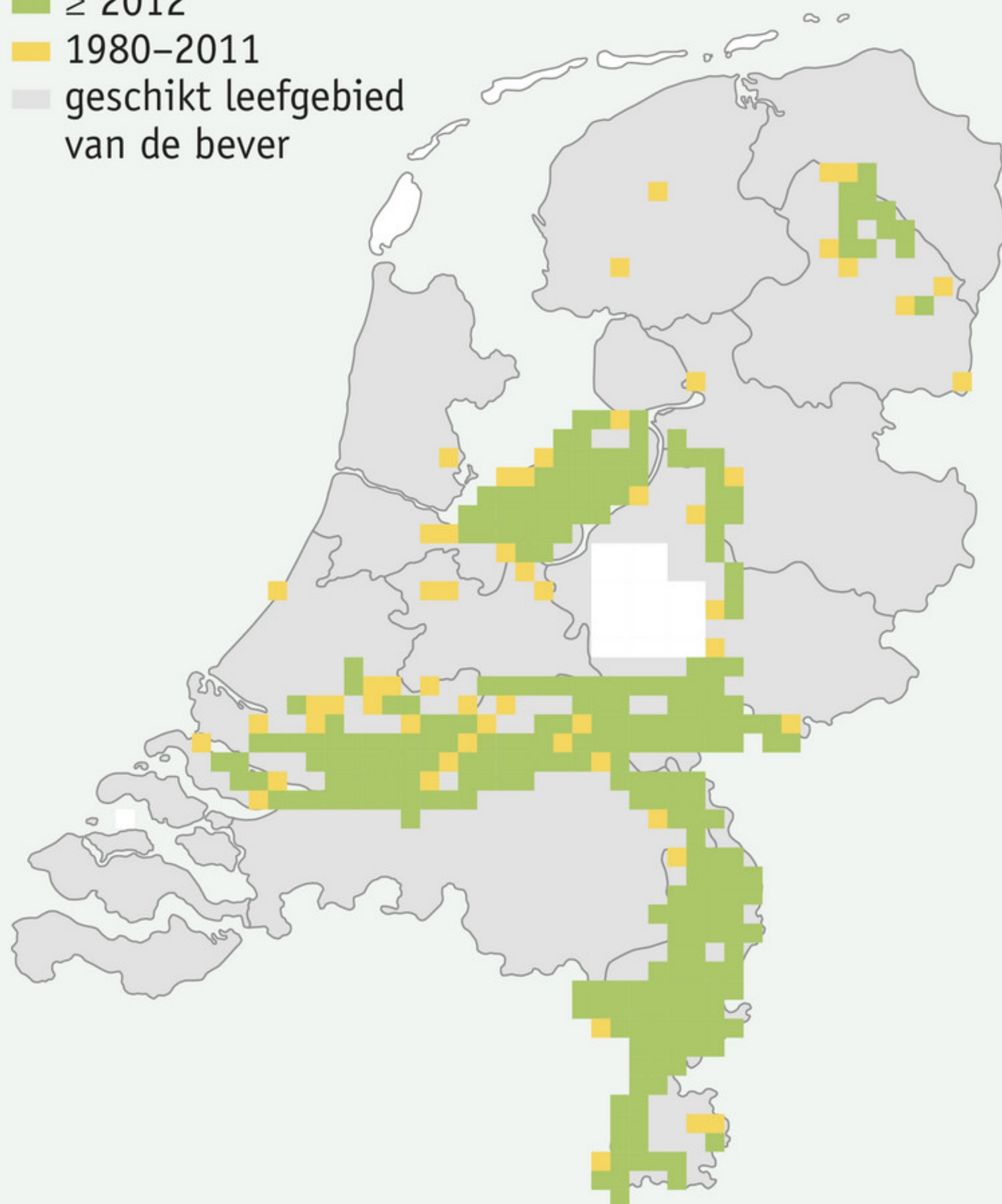
landen weer teruggekeerd.

Tussen 1988 en 2005 zijn in totaal 144 bevers in ons land uitgezet. Tegenwoordig wordt het aantal bevers in Nederland geschat op zo'n negenhonderd tot duizend. De verwachting is dat de bever zich zal blijven verspreiden en dat ook de aantallen de komende jaren blijven doorgroeien.

Verspreiding van de bever (*Castor fiber*) in 2013

Legenda:

- ≥ 2012
- 1980–2011
- geschikt leefgebied van de bever



▼ Afb. 13

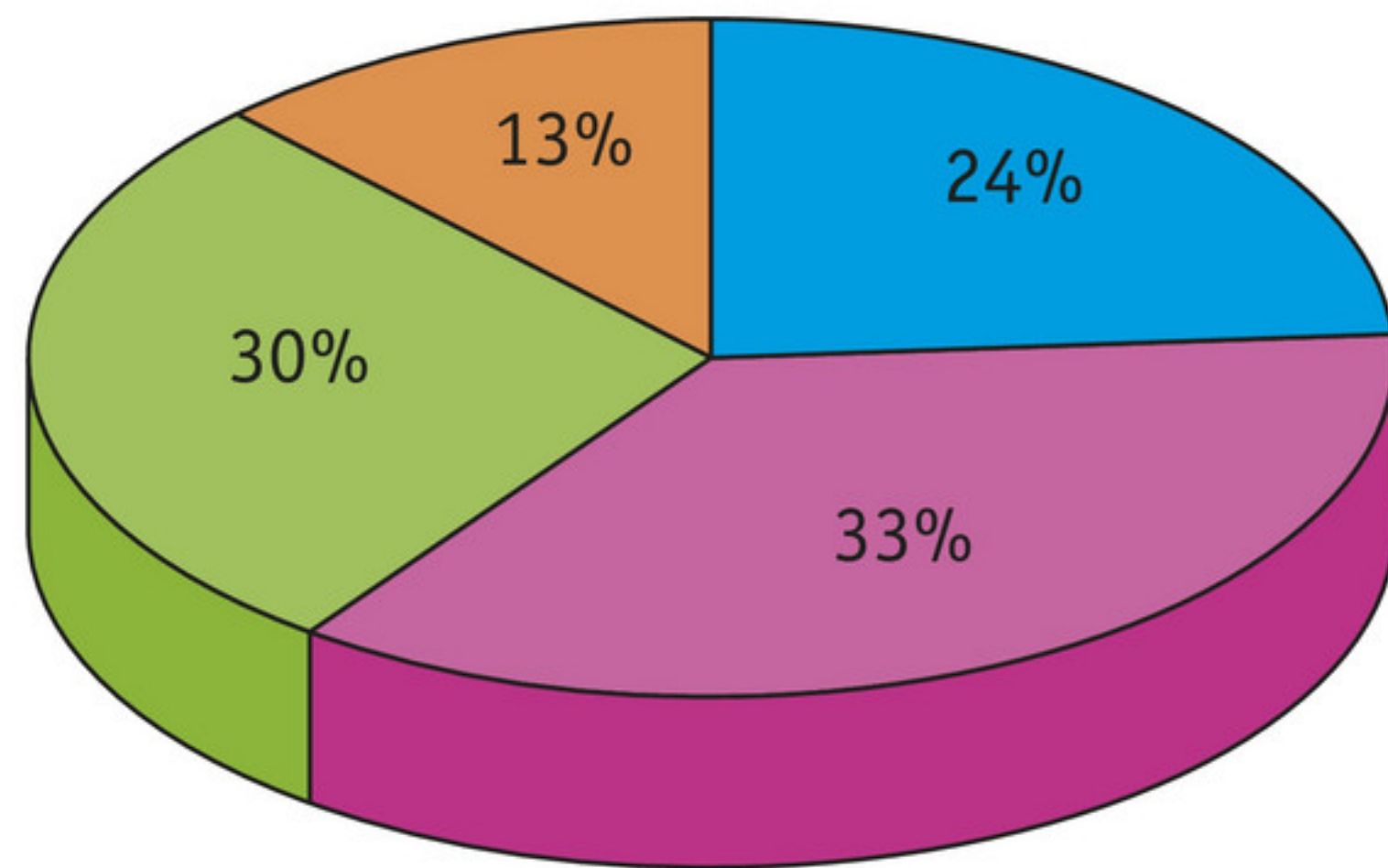
Otters in Weerribben-Wieden

De otter was in 1988 uitgestorven verklaard in Nederland. Tussen 2002 en 2008 zijn in totaal 31 otters geherintroduceerd in en rond het natuurgebied Weerribben-Wieden. Inmiddels leven er vijftig tot zestig otters in Nederland. Veel van deze otters zijn familie van elkaar. Om de otterpopulatie niet te laten verzwakken zijn er in 2013 twee vrouwelijke otters uitgezet die niet verwant (geen directe familie) zijn aan de eerder in Nederland uitgezette otters.



2 Energie

▼ **Afb. 14** De belangrijkste energiebronnen in de wereld.



Legenda:

- aardgas
- aardolie
- steenkool
- anders

Door de veranderde manier van leven is de vraag naar energie de afgelopen tweehonderd jaar sterk toegenomen. Aardgas, aardolie en steenkool zijn onze belangrijkste energiebronnen (zie afbeelding 14).

FOSSIELE BRANDSTOFFEN

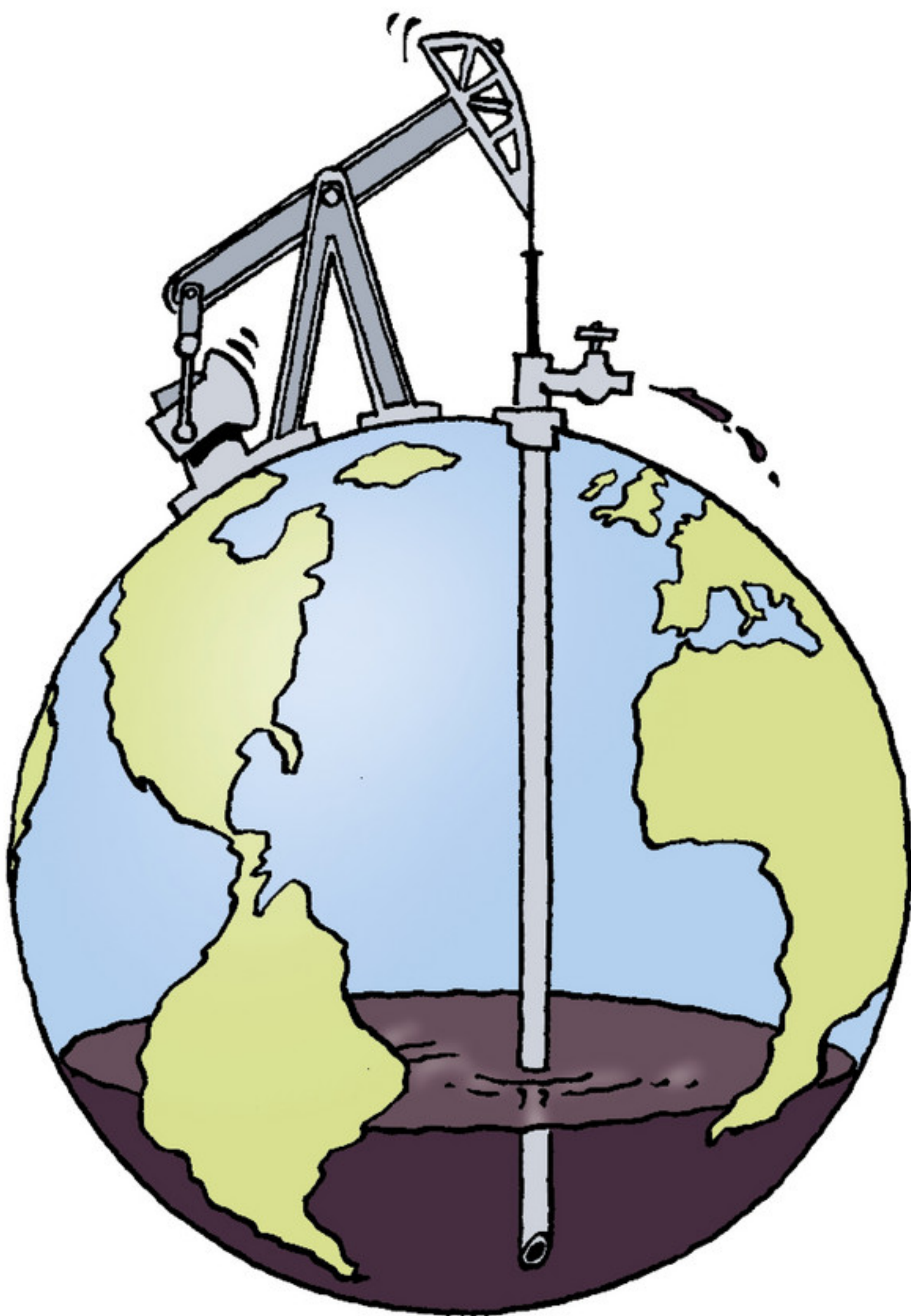
Aardgas, aardolie en steenkool zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren. We noemen ze daarom **fossiele brandstoffen**.

Je hebt geleerd dat planten bij de fotosynthese de energie in zonlicht gebruiken om glucose te maken. Hierbij nemen planten koolstofdioxide uit de lucht op. Uit glucose maken de planten allerlei andere stoffen, onder andere de stoffen waaruit ze bestaan. De energie in dode plantenresten, en dus ook in fossiele brandstoffen, is uiteindelijk afkomstig van de zon. Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt deze energie vrij. We kunnen de energie gebruiken om voertuigen te laten rijden, huizen te verwarmen of elektriciteit te produceren. Hierbij ontstaat ook weer koolstofdioxide. Fossiele brandstoffen zijn vrij goedkoop te winnen en gemakkelijk te verbruiken en te vervoeren.

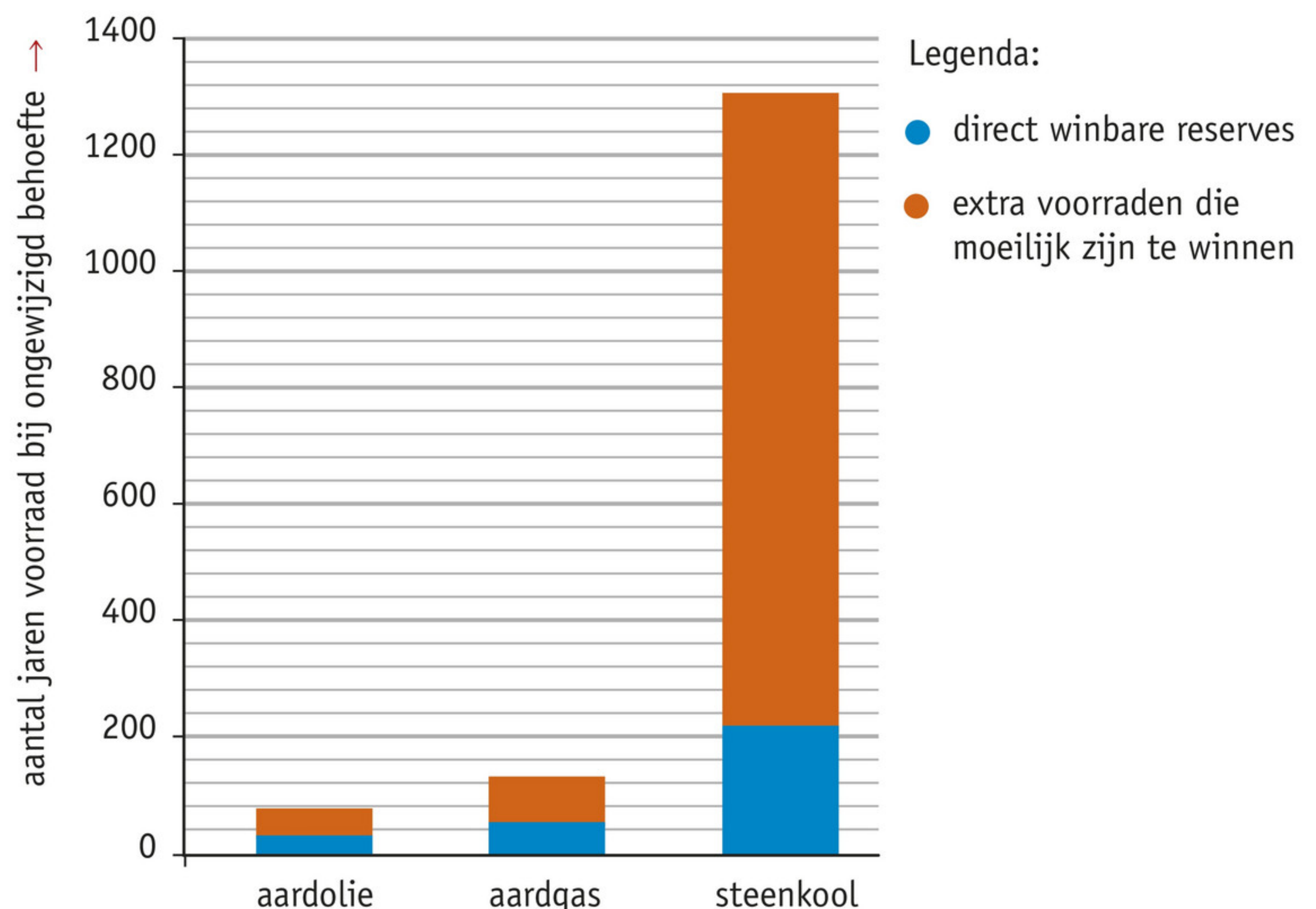
Aan het verbruik van fossiele brandstoffen kleven grote nadelen. De koolstofdioxide die bij de verbranding ontstaat, is een van de oorzaken van de **opwarming van de aarde**. Een ander nadeel is dat bij de verbranding van vooral steenkool en aardolie afvalstoffen ontstaan die **luchtverontreiniging** veroorzaken. In basisstof 3 en 4 leer je hier meer over.

Doordat de mens veel fossiele brandstof verbruikt, raakt de voorraad fossiele brandstoffen uitgeput. De verwachting is dat de voorraden aardolie, aardgas en steenkool over niet al te lange tijd op zullen zijn (zie afbeelding 15 en 16).

▼ **Afb. 15**



▼ **Afb. 16** Hoelang gaan de voorraden fossiele brandstoffen in de aarde nog mee?



▼ **Afb. 17** De kernramp bij Fukushima.

KERNENERGIE

Kernenergie wordt gewonnen uit uranium. In een kerncentrale worden uranium-atoomkernen gesplitst. Hierbij komt erg veel energie vrij in de vorm van warmte. Met deze warmte wordt in een kernenergiecentrale elektriciteit opgewekt. Het voordeel van kernenergie is dat er geen luchtverontreiniging ontstaat en er geen koolstofdioxide vrijkomt.

Een groot nadeel van kernenergie is het radioactieve afval. In het verleden werd al het radioactieve afval opgeslagen, maar tegenwoordig wordt 95% hergebruikt. De overige 5% wordt verglaasd (vermengd met glas) en opgeslagen. Het afval blijft dan ongeveer tienduizend jaar gevaarlijk. De straling van kernafval kan schadelijk en dodelijk zijn voor de mens en de natuur.

In Nederland wordt niet veel radioactief afval geproduceerd: per gezin minder dan 0,5 gram. Voor heel Nederland is dit niet meer dan de inhoud van een grote koelkast.

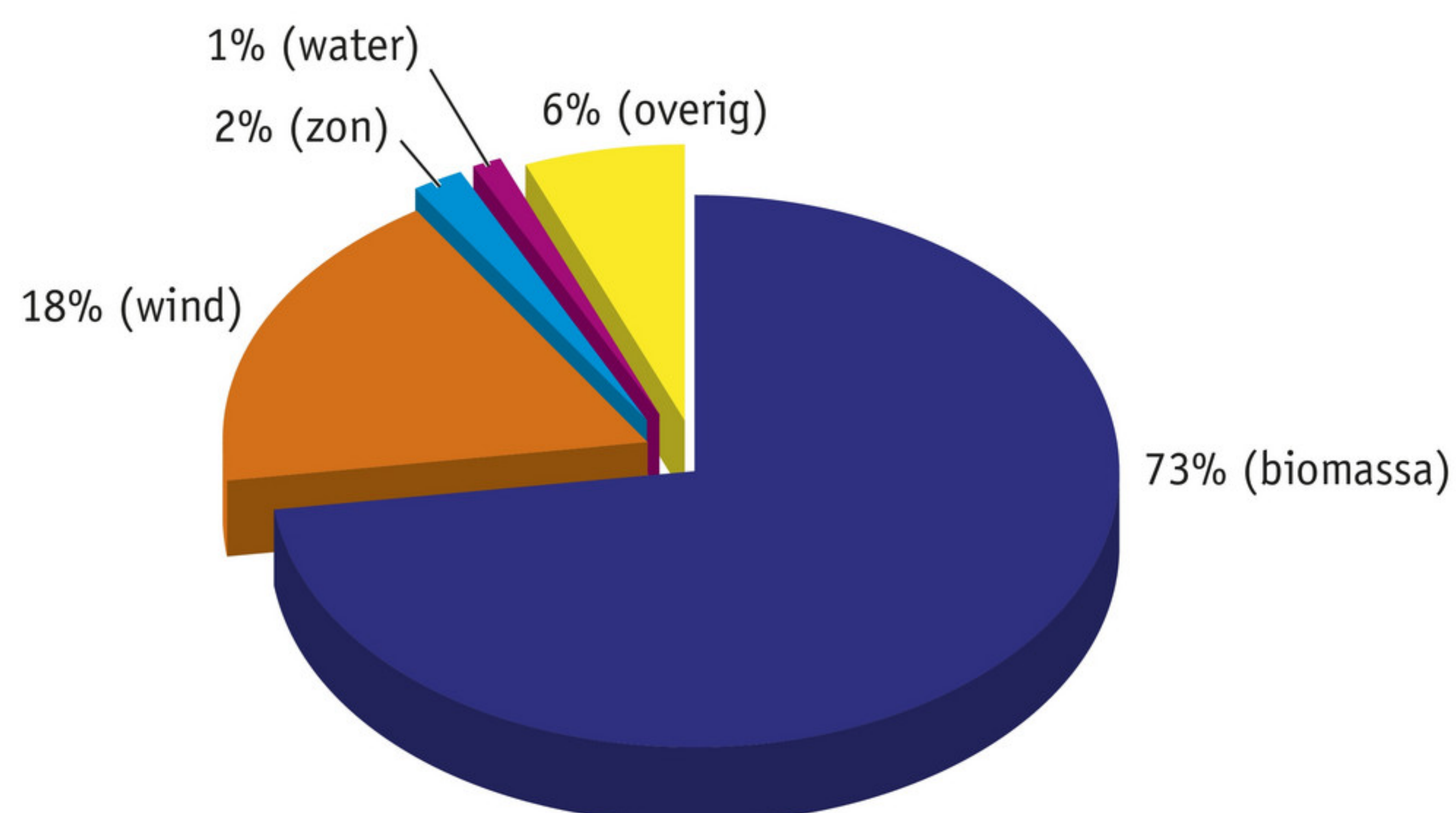
Ongelukken in kerncentrales kunnen rampzalige gevolgen hebben. Een voorbeeld is de kernramp in het Japanse Fukushima in 2011 waarbij veel radioactieve straling vrijkwam (afbeelding 17). Op de plaats waar de kernreactor stond, kan voor lange tijd niemand wonen vanwege de radioactieve straling.

WB OPDRACHT 5 T/M 7 BLZ. 86

DUURZAME ENERGIE

Om de voorraad fossiele brandstoffen niet verder uit te putten wordt steeds meer gebruikgemaakt van duurzame energie. **Duurzame energie** is energie die geen milieuvuiling veroorzaakt en waarbij de energiebron niet opraakt. Voorbeelden van duurzame energie zijn energie uit biobrandstoffen (biomassa), windenergie, zonne-energie en waterkracht.

Het grootste deel van de duurzame energie die in Nederland wordt opgewekt komt uit biomassa (zie afbeelding 18). **Biomassa** bestaat uit energierijke stoffen van organisch materiaal, zoals hout, groente- fruit- en tuinafval, mest en plantaardige olie. Biomassa kan als brandstof worden verbruikt. Bij de verbranding ontstaat weliswaar koolstofdioxide, maar die is door planten tijdens hun groei ook uit de lucht opgenomen. Daardoor stijgt de hoeveelheid koolstofdioxide in de lucht niet.

► **Afb. 18** Bronnen van duurzame energie in Nederland (2014).

Sommige planten worden speciaal gekweekt om **biobrandstoffen** te maken. In Brazilië bijvoorbeeld wordt suikerriet verbouwd om alcohol van te maken. De motoren van auto's kunnen geschikt worden gemaakt om op alcohol te rijden. Uit bijvoorbeeld zonnebloemen, koolzaad en oliepalmen kan olie worden gewonnen. Uit deze olie kan **biodiesel** worden gemaakt, waarop auto's kunnen rijden. Om de gewassen voor biobrandstof te verbouwen is veel landbouwgrond nodig. Er blijft dan minder grond over om voedsel op te verbouwen (zie afbeelding 19). Veel mensen vinden daarom dat het verbouwen van planten voor biobrandstof niet duurzaam is. Voor de productie van biobrandstoffen worden ook algen gekweekt. Voor het kweken van algen is minder grond nodig dan voor het verbouwen van planten.

▼ Afb. 19

Biodiesel bedreigt leefgebied orang-oetan

Op Borneo, een eiland dat voor een deel Indonesisch en voor een deel Maleisisch is, moet tropisch regenwoud wijken voor oliepalmlantages. Palmolie wordt steeds vaker gebruikt als plantaardige olie in voedingsmiddelen en andere producten. Doordat de prijs van benzine en diesel blijft stijgen, neemt de vraag naar palmolie nog verder toe. Palmolie is namelijk ook zeer geschikt om biodiesel van te maken.

Om meer palmolie te kunnen produceren, wordt op Borneo steeds meer regenwoud gekapt om oliepalmlantages aan te leggen. In de periode 2000–2010 nam het bosoppervlak af met gemiddeld 498 000 hectare per jaar.

Door de toename van het aantal plantages neemt het natuurlijk leefgebied van de oerwoudbewoners, zoals de orang-oetan, in rap tempo af. In het beschermde natuurgebied Sebangau op Borneo leefden in 1995 nog

twaalfduizend orang-oetans; nu zijn dat er tussen de zeven- en negenduizend. Er zijn op Borneo speciale opvangcentra voor orang-oetans die hun leefgebied zijn kwijtgeraakt.



Windmolens zetten windenergie om in elektrische energie. De opgewekte elektriciteit gaat naar het elektriciteitsnet, waardoor elektriciteitscentrales minder fossiele brandstoffen hoeven te verbranden. Energie uit de wind gebruiken is niet nieuw; molens en zeilboten gebruikten ook vroeger al windenergie als energiebron. Windmolens hebben ook nadelen. Veel mensen vinden windmolens in de natuur geen mooi gezicht. Dit wordt **horizonvervuiling** genoemd (zie afbeelding 20). Daarom ontwikkelt men tegenwoordig windmolenparken in de Noordzee.

► Afb. 20 Windmolens zorgen voor horizonvervuiling.



► Afb. 21 Zonne-energie.



1 een zonnepaneel



2 een zonneboiler

▼ Afb. 22 Een watermolen.



Zonne-energie is oneindig beschikbaar, doordat de energie van de zon direct wordt gebruikt. Zonne-energie wordt onder andere gebruikt bij zonneboilers en zonnepanelen. In een **zonneboiler** verwarmt de zon water om te douchen of de was te doen. Een **zonnepaneel** wekt elektriciteit op uit zonlicht (zie afbeelding 21). Zonnepanelen worden steeds goedkoper en efficiënter, waardoor het in de toekomst ook mogelijk zal zijn om voldoende energie op te wekken op bewolkte dagen.

Ook vroeger werd al **waterkracht** gebruikt, bijvoorbeeld om hout te zagen en graan te malen (zie afbeelding 22). Tegenwoordig worden in rivieren grote stuwdammen gebouwd, waarmee elektriciteit wordt opgewekt. Door de aanleg van een stuwdam ontstaat een stuwmeer, waardoor het milieu een grote verandering ondergaat (zie afbeelding 23). Nederland is te vlak om grote stuwdammen te bouwen. Wel zijn er kleine stuwdammen gebouwd in de Maas en de Rijn, maar deze leveren weinig energie.

WB OPDRACHT 8 T/M 11 BLZ. 87

▼ Afb. 23

Milieuverandering door reusachtige stuwdam

De Drieklovendam in de rivier de Jangtsekiang in China is de grootste stuwdam ter wereld. De centrale levert bijna evenveel elektriciteit als in heel Nederland in één jaar wordt verbruikt.

De dam heeft ook nadelige gevolgen. Bij de aanleg van de stuwdam is een groot gebied onder water komen te staan, waardoor meer dan een miljoen mensen moest verhuizen. Bijzondere en bedreigde diersoorten, zoals de Jangtse-dolfijn, dreigen uit te sterven doordat de dam de doorgang belemmert.



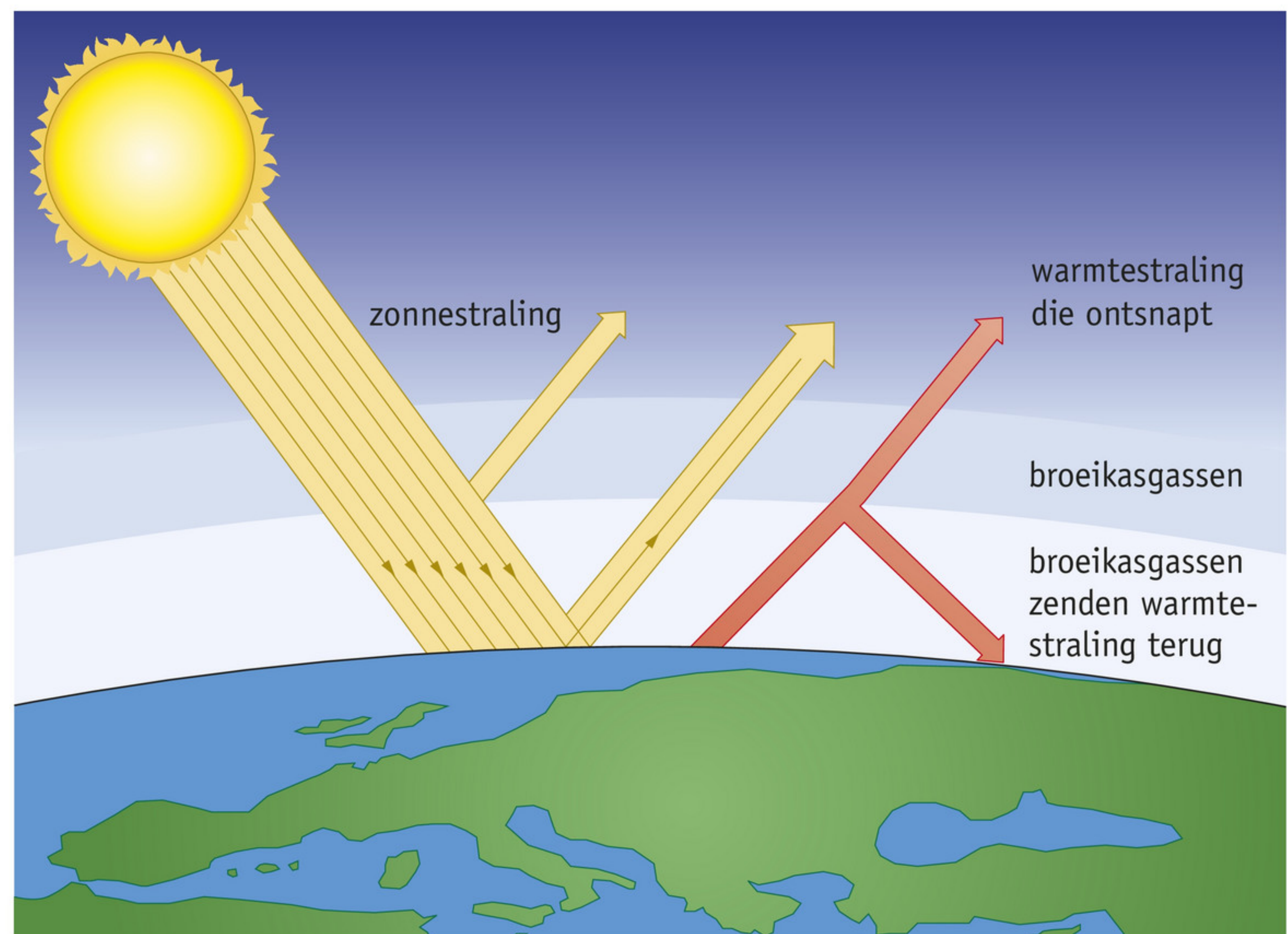
3 Het broeikaseffect

Het klimaat op aarde wordt voor een groot deel bepaald door de atmosfeer. De **atmosfeer** of **dampkring** is de luchtlaag rondom de aarde. De atmosfeer is een mengsel van verschillende gassen. Die gassen laten een deel van de zonnestraling door naar de aarde, de rest wordt weerkaatst.

Op de aarde wordt een deel van de zonnestraling omgezet in warmte. De aarde straalt deze warmte ook weer uit. Bepaalde gassen in de atmosfeer houden een deel van deze **warmte-uitstraling** tegen (zie afbeelding 24). Hierdoor wordt het warmer op aarde.

De werking van de gassen die de warmte-uitstraling tegenhouden, is te vergelijken met een broeikas (een plantenkas). Ook een broeikas houdt de warmte die binnenkomt vast. Daarom wordt de werking van deze gassen het **broeikaseffect** genoemd. De gassen in de atmosfeer die het broeikaseffect veroorzaken, worden **broeikasgassen** genoemd. De belangrijkste broeikasgassen zijn waterdamp en koolstofdioxide. Door het broeikaseffect is de gemiddelde temperatuur op aarde 15 °C. Zonder broeikasgassen zou de gemiddelde temperatuur op aarde -18 °C zijn en zou er waarschijnlijk geen leven op aarde zijn ontstaan.

► **Afb. 24** Het natuurlijke broeikaseffect.



HET VERSTERKTE BROEIKASEFFECT

In de afgelopen honderd jaar is de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer 0,8 °C gestegen. In Nederland is de gemiddelde temperatuur nog meer gestegen. Volgens de meeste onderzoekers wordt de temperatuurstijging veroorzaakt doordat de mens steeds meer broeikasgassen aan de atmosfeer afgeeft. De atmosfeer houdt daardoor meer warmte-uitstraling tegen, waardoor de temperatuur op aarde stijgt.

In de afgelopen honderd jaar is de mens steeds meer fossiele brandstoffen gaan verbruiken. Bij de verbranding daarvan ontstaat koolstofdioxide. Vooral de toename van koolstofdioxide in de lucht versterkt het broeikaseffect.

WB OPDRACHT 12 EN 13 BLZ. 90

▼ Afb. 25 Een gletsjer.



▼ Afb. 26

KLIMAATVERANDERING

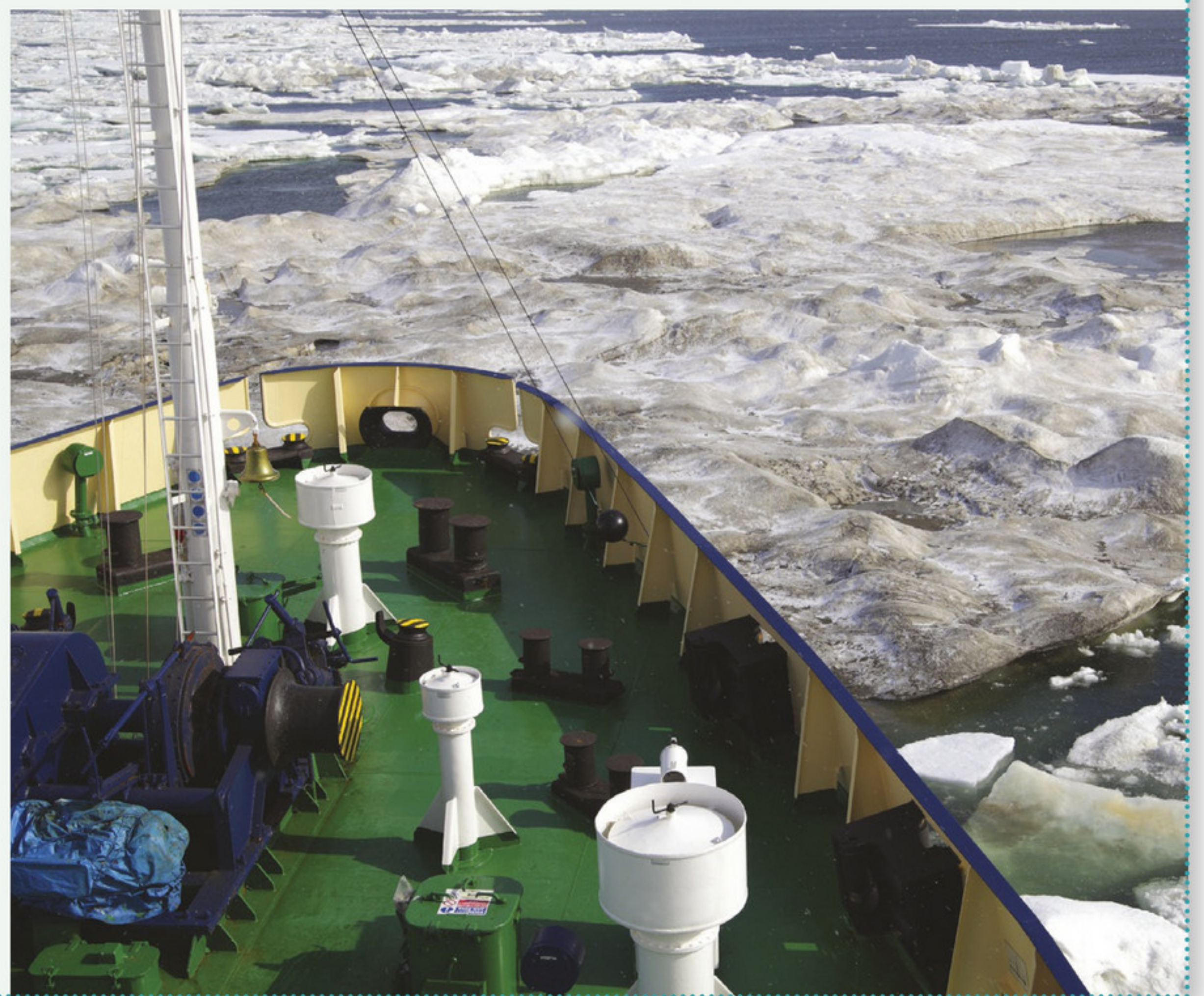
Over de gevolgen van het versterkte broeikaseffect is nog niet alles bekend. Wel is duidelijk dat er een klimaatverandering kan optreden. Van een **klimaatverandering** is sprake als het weertype gedurende een periode van meerdere jaren verandert. Zo'n verandering is bijvoorbeeld de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde.

Doordat het warmer wordt, worden ook de zeeën en oceanen warmer. Het water zet hierdoor uit en neemt meer ruimte in, waardoor de **zeespiegel** stijgt. Door stijging van de zeespiegel kunnen laaggelegen gebieden overstromen.

De zeespiegel stijgt ook doordat het ijs op de Zuidpool en van gletsjers smelt (zie afbeelding 25). Het smeltende ijs komt in zee terecht. Ook het ijs van de Noordpool smelt, maar dat heeft weinig gevolgen voor de zeespiegel (zie afbeelding 26).

Eerste vrachtschip via poolcirkel naar Rotterdamse haven

Sinds kort varen er via de poolcirkel vrachtschepen vanuit China en Rusland naar de Rotterdamse haven. Deze route is korter dan de routes via het Suezkanaal of Zuid-Afrika. Dat er nu voor deze route wordt gekozen, komt omdat de ijsschotsen onderweg minder talrijk en dunner zijn dan voorheen. Ijsbrekers zijn nog steeds wel nodig om schepen via deze route te begeleiden. Ondanks het feit dat de route korter en dus goedkoper is, kiezen nog weinig schepen voor deze route. Dit komt doordat het in het poolgebied extreem koud kan worden. Vooral voor goederen met veel elektronica, zoals computers, mobieltjes en auto's, is dit niet goed. De verwachting is dat in de toekomst meer schepen voor de route via de poolcirkel kiezen. Door de verwachte opwarming worden de weersomstandigheden minder extreem.



▼ Afb. 27



Hogere temperatuur leiden in bepaalde gebieden tot droogte, waardoor woestijnen groter worden (zie afbeelding 27). Volgens sommige onderzoekers zal de voedselvoorziening in gevaar komen doordat de landbouw in grote gebieden onmogelijk wordt. Volgens andere onderzoekers zal het versterkte broeikaseffect gunstig zijn voor de landbouw, omdat door meer koolstofdioxide en een hogere temperatuur voedingsgewassen beter groeien. De gewassen leveren daardoor meer voedsel op. Bovendien zouden delen van de aarde die nu te koud zijn voor landbouw door de hogere temperatuur wel geschikt kunnen worden voor de landbouw.

WB OPDRACHT 14 EN 15 BLZ. 91

VERANDERINGEN IN DE NATUUR

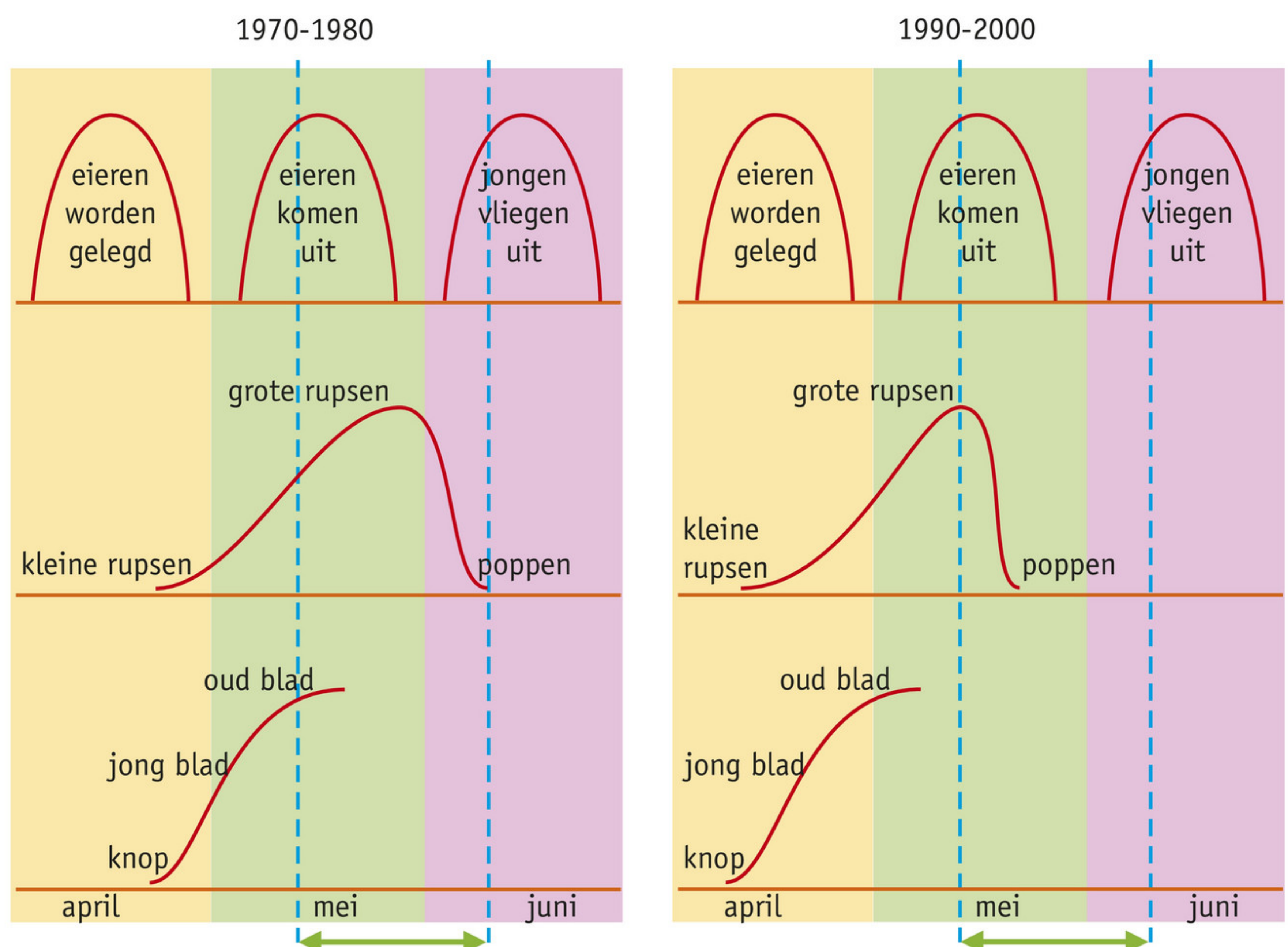
De gevolgen van de klimaatverandering zijn in de natuur al goed merkbaar. In Nederland komen nu planten- en diersoorten voor die vroeger alleen in zuidelijker gebieden zoals België en Frankrijk voorkwamen. Er zijn ook soorten die minder voorkomen of zelfs zijn verdwenen (zie afbeelding 28).

Doordat het 's winters zachter en in het voorjaar warmer is geworden, is het jaarritme van veel soorten veranderd. Bomen krijgen vroeger in het jaar bladeren en veel planten bloeien eerder. Voor sommige voedselketens heeft dit ernstige gevolgen. Koolmezen voeren hun jongen graag rupsen van de wintervlinder. Deze rupsen eten eikenbladeren. Doordat de eiken eerder in blad komen, verschijnen de rupsen van de wintervlinder ook eerder in het jaar. Het jaarritme van koolmezen is echter niet veranderd. In de periode dat de eieren van een koolmees zijn uitgekomen en de jongen moeten worden gevoerd, zijn er niet meer voldoende rupsen beschikbaar (zie afbeelding 29).

▼ Afb. 28 Verwacht wordt dat het korhoen door de klimaatverandering uit Nederland verdwijnt.



▼ Afb. 29 Klimaatverandering verstoort de voedselketen eik – rups – koolmees.



GEVOLGEN VOOR DE GEZONDHEID

Door de opwarming van de aarde neemt het aantal warme dagen in Nederland toe. Bij warmer weer neemt het aantal sterfgevallen toe. Door een hittegolf stierven in augustus 2003 naar schatting vijfhonderd mensen meer dan normaal in augustus. Ongeveer tweehonderd van deze extra sterfgevallen werd veroorzaakt door smog tijdens de hittegolf (zie ook basisstof 4).

Door de klimaatverandering komen sommige ziekten vaker voor. Een voorbeeld is de ziekte van Lyme. Deze ziekte wordt veroorzaakt door een bacterie die wordt overgebracht door teken (zie afbeelding 30). In de periode 2007–2013 is het aantal gevangen teken meer dan verdubbeld. Bij warm en vochtig weer verspreiden teken zich het meest. De ziekte van Lyme is daardoor gevoelig voor klimaatveranderingen.

WB OPDRACHT 16 T/M 19 BLZ. 93► **Afb. 30** Een teek.

1 een teek steekt zijn kop in de huid en zuigt bloed op

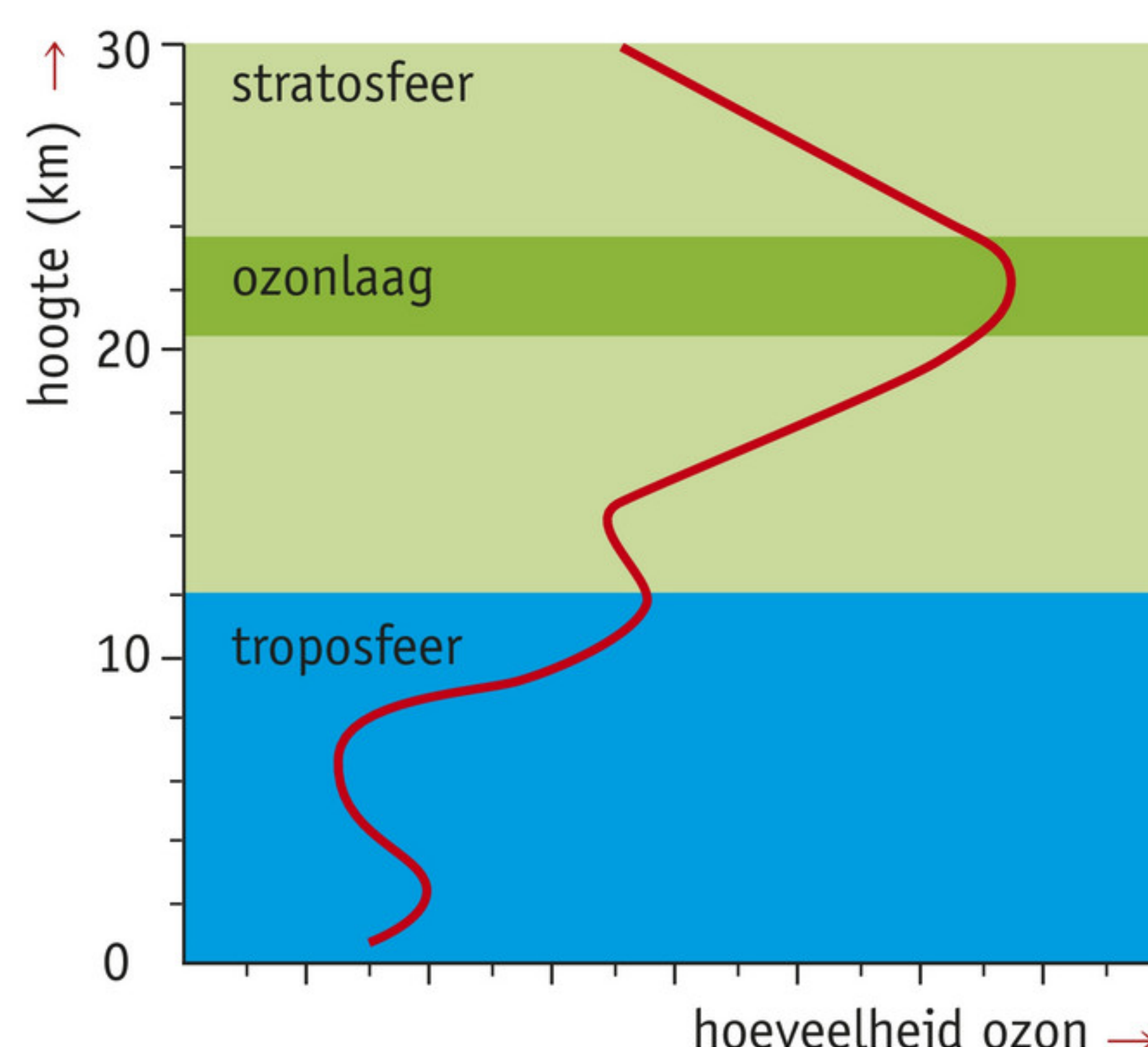


2 na enkele dagen ontstaat er een karakteristieke rode vlek op de plek van de tekenbeet

4 Schone lucht

De atmosfeer bestaat uit verschillende lagen. De laag tot twaalf kilometer hoogte is de **troposfeer** en de laag tussen twaalf en vijftig kilometer hoogte de **stratosfeer**. In beide lagen komt ozon voor (zie afbeelding 31).

► **Afb. 31** Ozon in de troposfeer en de stratosfeer.



DE OZONLAAG

Ozon is een gas dat kan ontstaan uit zuurstof onder invloed van de ultraviolette straling van de zon. Dit gebeurt vooral in een bepaalde laag in de stratosfeer, de **ozonlaag**. De ozonlaag houdt een groot deel van de **ultraviolette straling** van het zonlicht tegen. Daardoor worden de organismen op aarde beschermd. Veel ultraviolette straling is namelijk schadelijk voor organismen. Bij mensen kan ultraviolette straling onder andere huidkanker veroorzaken.

Door het gebruik van stoffen die de ozonlaag afbreken, zoals cfk's, is de ozonlaag in de periode 1980–2010 dunner geworden. De afkorting **cfk** staat voor chloorfluorkoolwaterstof. Deze stoffen werden onder andere gebruikt als drijfgas in spuitbussen en als koelmiddel in koel- en vrieskasten (zie afbeelding 32). In de periode dat de ozonlaag dunner werd, nam het aantal gevallen van huidkanker met ongeveer 10% toe. Boven de Zuidpool was de ozonlaag zo dun dat gesproken werd van het **gat in de ozonlaag**.

Doordat het gebruik van ozonlaag-afbrekende stoffen in de laatste tien jaar wereldwijd sterk is gedaald, is de dikte van de ozonlaag sindsdien gelijk gebleven of zelfs iets toegenomen.

▼ **Afb. 32** Het koelelement van een koelkast.



SMOG

Het woord smog is een samentrekking van de Engelse woorden voor rook (*smoke*) en mist (*fog*). **Smog** is een soort mist die door rook en uitlaatgassen sterk vervuild is. Bijna alle grote steden kennen periodes met smog. Vooral mensen met longaandoeningen zoals astma en COPD hebben veel last van smog (zie afbeelding 33). Dichte smog kan zelfs dodelijk zijn (zie afbeelding 34). Er zijn twee soorten smog, zomersmog en wintersmog. In zomersmog zit voornamelijk ozon, fijnstof en uitlaatgassen. Deze smog is te herkennen aan een bruine kleur. Wintersmog bestaat voornamelijk uit fijnstof en gassen die ontstaan bij de verbranding van steenkool en olie. Wintersmog is grijs van kleur.

▼ Afb. 33

Smog zorgt voor scheiding

Meneer Wang, een Chinees uit Peking, wil van zijn vrouw scheiden. Zijn vrouw en hun zoontje vluchtten vanwege de smog naar een schonere omgeving. De man, die achterbleef in Peking, geeft nu de smog de schuld van de aanstaande scheiding.

Meneer en mevrouw Wang zijn sinds 2008 getrouwd en in 2010 werd hun zoon geboren. Hun zoon kreeg ernstige gezondheidsproblemen als gevolg van het leven in de Chinese hoofdstad. Daarom besloot de

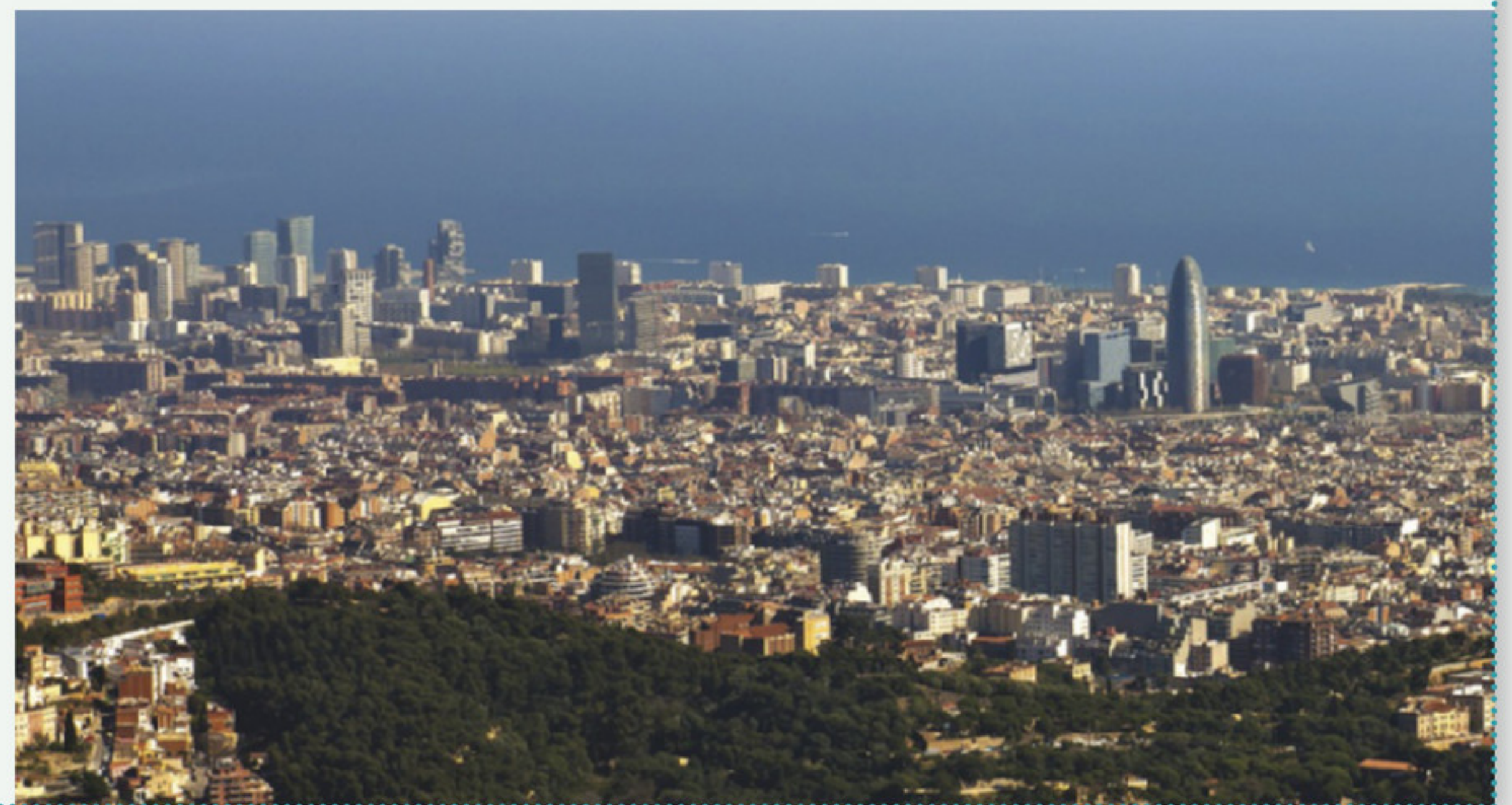
vrouw om met haar zoon naar een gezondere omgeving te vertrekken. De vrouw vond die nieuwe omgeving niet leuk. Ook vond ze het niet leuk om apart van haar man te leven. Elke keer als ze bij elkaar waren, maakten ze hierover ruzie.

Uiteindelijk maakten ze zo vaak ruzie dat de man besloot om van zijn vrouw te scheiden. ‘Smog verwoestte de gezondheid van mijn zoontje en het verwoestte mijn huwelijk’, aldus meneer Wang.

▼ Afb. 34

Smog eist duizenden levens in Spaanse steden

De luchtvervuiling in de Spaanse steden wordt steeds erger. In bijna alle grote steden in Spanje is de hoeveelheid luchtvervuiling hoger dan volgens de Spaanse wet is toegestaan. Dit komt vooral door het verkeer. Luchtvervuiling vormt een serieus probleem voor de volksgezondheid. Meer mensen hebben last van allergieën, luchtwegproblemen en hart- en vaatziekten. Alleen al in Barcelona kost de luchtvervuiling ieder jaar aan vijfendertighonderd mensen het leven.

**ZOMERSMOG**

Veel steden hebben in de zomer last van **zomersmog**. Zomersmog ontstaat doordat de verbrandingsproducten van fossiele brandstoffen bij warm weer onder invloed van zonlicht met elkaar reageren. Daarbij ontstaat ozon, die bij veel mensen irritatie van de slijmvliezen van de luchtwegen veroorzaakt.

Een deel van de ozon uit zomersmog verzamelt zich in de bovenste laag van de troposfeer en ziet er bruin uit. Daar werkt de ozon als broeikasgas en versterkt zo het broeikaseffect. Vooral op het noordelijk halfrond (het gebied ten noorden van de evenaar) vindt door ozon extra temperatuurstijging plaats.

▼ **Afb. 35** Uitlaatgassen van auto's veroorzaken fijnstof.



FIJNSTOF

Uitlaatgassen van auto's zijn een van de oorzaken van **fijnstof** (zie afbeelding 35). Fijnstof bestaat uit kleine deeltjes die in de lucht zweven. Fijnstofdeeltjes zijn ingedeeld in drie groepen: fijnstof met een diameter tussen 10 en 2,5 micrometer, tussen 2,5 en 0,1 micrometer en kleiner dan 0,1 micrometer. Een micrometer is een duizendste millimeter. 55% van het fijnstof heeft een natuurlijke oorsprong, bijvoorbeeld zand en zeezout. De andere 45% komt in de lucht door de activiteit van mensen. De uitstoot die de mens veroorzaakt is grotendeels afkomstig van het verkeer en de industrie: uitlaatgassen, stofresten van remschijven en rubberdeeltjes van banden. Ook houtkachels in woningen, barbecues en het massaal afsteken van vuurwerk tijdens de jaarwisseling veroorzaken fijnstof.

Voorafal fijnstof dat door de mens wordt geproduceerd is schadelijk voor de gezondheid. Het draagt bij aan het ontstaan van hart- en vaatziekten en longziekten zoals bronchitis. Daarnaast verergert het de klachten bij astma. Daarbij geldt dat kleinere deeltjes meer schade aanrichten, doordat deze dieper in de luchtwegen en longen doordringen. In de longen veroorzaken de kleine deeltjes ontstekingen, waardoor de zuurstofopname moeilijker gaat. In Nederland en België sterven jaarlijks enkele duizenden mensen vroegtijdig door blootstelling aan fijnstof.

▼ **Afb. 36** Een door verzuring aangetast bos.



VERZURING

Bij de verbranding van fossiele brandstoffen ontstaan gassen die verzuring van het milieu kunnen veroorzaken. Door **verzuring** kunnen planten ziek worden en hun bladeren of naalden verliezen (zie afbeelding 36).

MAATREGELEN VOOR SCHONE LUCHT

In de jaren negentig van de vorige eeuw heeft de overheid maatregelen genomen om in het verkeer, de industrie en de veeteelt de uitstoot van vervuilende stoffen te verminderen. In de uitlaat van auto's kwamen bijvoorbeeld katalysatoren die verzurende gassen onschadelijk maakten. In dieselauto's kwamen roetfilters die de hoeveelheid fijnstof verminderden. Daarnaast zorgden schonere brandstof en snelheidsbeperkingen voor minder luchtvervuiling.

In de industrie werden filters geplaatst in schoorstenen. In de pluimveehouderij wordt fijnstof tegenwoordig uit de lucht gehaald door onder andere luchtwassers. Hierbij wordt fijnstof uit uitgaande lucht gefilterd met water. Als gevolg van deze maatregelen is de hoeveelheid fijnstof met 25% afgenomen.

WB OPDRACHT 20 T/M 22 BLZ. 97

5 Afval

▼ Afb. 37 Afval van mensen.



Door de toename van de bevolking en de veranderde manier van leven is de hoeveelheid afval die we met z'n allen produceren sterk toegenomen. Bij afval denk je misschien vooral aan huisvuil dat je in een afvalbak of in een vuilniszak stopt (zie afbeelding 37). Dat is echter maar een deel van het afval dat we produceren. Niet alleen de mens produceert afval, ook planten en dieren doen dat. Afval van planten bestaat onder andere uit afgevallen bladeren en omgevallen bomen (zie afbeelding 38.1). Afval van dieren bestaat onder andere uit uitwerpselen en dode dieren (zie afbeelding 38.2).

Reducenten breken het afval van planten en dieren af. Dat noemen we **biologische afbraak**. Het afval van planten en dieren is dus **biologisch afbreekbaar** (zie afbeelding 39).

De mens maakt producten van delen van planten of dieren. Afval dat afkomstig is van deze producten is ook biologisch afbreekbaar. Voorbeelden van zulk afval zijn broodkorsten en papier.

▼ Afb. 38



1 afval van planten



2 ook een gestorven dier is afval

▼ Afb. 39 Biologisch afbreekbaar afval.



Al eeuwenlang maakt de mens producten van glas, metaal en steen. Afval van deze producten is niet biologisch afbreekbaar en wordt daarom **niet-biologisch afbreekbaar afval** genoemd (zie afbeelding 40).

Veel producten zijn gemaakt van **kunststoffen** zoals plastic, nylon of piepschuim (zie afbeelding 41). De meeste kunststoffen zijn niet biologisch afbreekbaar.

► Afb. 40 Niet-biologisch afbreekbaar afval.



► **Afb. 41** Producten van kunststoffen.



Producten van kunststof blijven jarenlang bestaan. Sommige kunststoffen verbrekken na verloop van tijd tot kleinere stukjes. Die kleine stukjes zijn vaak gevaarlijk (zie afbeelding 42).

▼ Afb. 42

Waarom wassen slecht kan zijn voor zeedieren

Grote delen van de oceanen zitten vol met kleine plastic deeltjes. Deze zogenoemde plasticsoep is onder andere afkomstig van producten die per ongeluk in het water zijn beland, zoals plastic tasjes en flesjes. Onder invloed van zonlicht en golfslag vallen ze in steeds kleinere deeltjes uit elkaar, totdat ze nog maar enkele millimeters groot zijn.

Kleinere deeltjes kunnen ook rechtstreeks in het milieu terechtkomen. Sommige kleding bevat kunststofvezels, die bij het wassen in het afvalwater terechtkomen. Ook in verzorgingsproducten zoals tandpasta, shampoo en vooral scrubs zitten vaak duizenden kleine bolletjes plastic, die microplastics of microbeads worden genoemd. Deze microbeads komen na gebruik via het rioolstelsel terecht in kanalen en rivieren en vervolgen dan hun weg naar de zeeën en oceanen.

De ophoping van microplastics in het milieu vormt een milieuprobleem waarvan de gevolgen nog niet duidelijk

zijn. Plankton, schelpdieren en vissen kunnen niet altijd onderscheid maken tussen voedsel en plastic en krijgen zo microplastics binnen. Op die manier komen de plasticdeeltjes in de voedselketen terecht. Doordat ook schelpdieren en vissen die door de mens gegeten worden plastic binnenkrijgen, komt het plastic uiteindelijk in het lichaam van mensen terecht.

Onder andere door acties van milieuorganisaties zijn al veel fabrikanten gestopt met het toevoegen van microplastics aan hun producten.



▼ Afb. 43 Grofvuil.



► Afb. 44 De samenstelling van huisvuil.

Legenda:

- groente-, fruit- en tuinafval (gft-afval)
- papier en karton
- plastic en andere kunststoffen
- glas
- textiel
- metalen
- overig afval



In vrijwel alle gemeenten van Nederland wordt het huisvuil gescheiden ingezameld. Veel mensen hebben thuis **afvalcontainers** (zie afbeelding 45).

Eén van de containers is voor het groente-, fruit- en tuinafval. Deze **gft-container** is vaak groen. Een andere container is voor het afval dat niet gescheiden kan worden ingezameld. In sommige gemeenten moet je voor dit **restafval** een vuilniszak gebruiken.

► Afb. 45 Afvalcontainers.



▼ Afb. 46



1 papierbak en glasbak

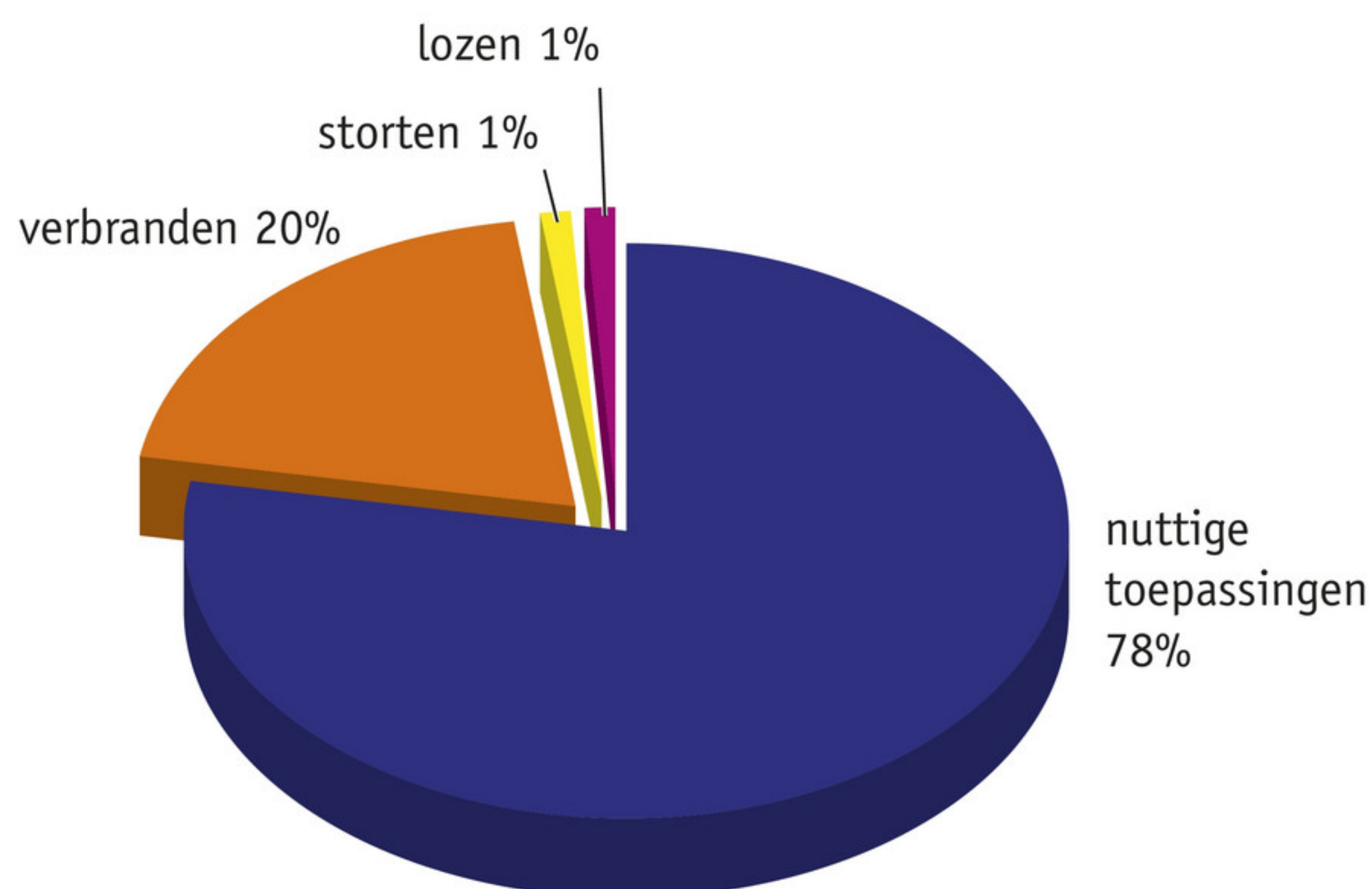
2 textielbak

In veel gemeenten wordt papier, glas, plastic, textiel en klein chemisch afval ook gescheiden ingezameld. Vaak staan hiervoor containers bij supermarkten of winkelcentra.

AFVALVERWERKING

Gescheiden afval kan op drie manieren verder worden verwerkt: het kan worden verbrand, gestort of gebruikt voor nuttige toepassingen. Vormen van verwerking voor nuttige toepassingen zijn recyclen, hergebruik en composteren. In 2010 werd in Nederland ongeveer 78% van het afval gebruikt voor nuttige toepassingen, 20% werd verbrand, 1% werd geloosd en 1% werd gestort (zie afbeelding 47).

▼ Afb. 47 De verwerking van gescheiden afval in Nederland in 2010.



▼ Afb. 48 Statiegeldflessen worden hergebruikt.



Bij **hergebruik** wordt een voorwerp opnieuw gebruikt, zoals statiegeldflessen (zie afbeelding 48). Bij **recycling** worden afvalproducten als grondstoffen gebruikt voor nieuwe producten. Papier, glas, metalen en kleding worden voor een groot deel gerecycled. Auto's en elektrische apparaten, zoals tv's en computers, worden eerst gedemonteerd. Sommige onderdelen kunnen opnieuw worden gebruikt. De andere onderdelen worden zo veel mogelijk verwerkt tot grondstoffen voor nieuwe producten. Hierdoor wordt voorkomen dat giftige stoffen in het milieu komen.

▼ Afb. 49 Compost.



► Afb. 50 Verbrandingsoven.



▼ Afb. 51 Een milieustraat.



► Afb. 52 Klein chemisch afval.

Bij **composteren** wordt gft-afval door reducenten afgebroken. Je hebt geleerd dat daarbij voedingsstoffen voor planten vrijkomen. Zo ontstaat uit gft-afval een soort mest met veel voedingsstoffen voor planten. Deze mest heet **compost** (zie afbeelding 49). Composteren is milieuvriendelijk, omdat voedingsstoffen uit gft-afval worden gebruikt om planten te laten groeien.

20% van het huishoudelijk afval wordt verbrand. Dat **verbranden** gebeurt in grote verbrandingsovens (zie afbeelding 50). Bij de verbranding komt warmte vrij. Deze warmte wordt grotendeels gebruikt om elektriciteit op te wekken en om huizen en kassen te verwarmen.

Een klein deel van het afval (zo'n 1%) wordt gestort op vuilnisbelten. **Storten** is de gemakkelijkste en goedkoopste methode van afvalverwerking, maar het heeft verschillende nadelen. Een vuilnisbelt kan erg stinken en er leeft vaak veel ongedierte.

Veel gemeenten hebben een **milieustraat** (zie afbeelding 51). Deze wordt ook wel afvalstraat of gemeentewerf genoemd. Inwoners van een gemeente kunnen daar zelf afval naartoe brengen, zoals tuinafval, afval van een verbouwing, oud ijzer en oude meubelen. Ook is daar een depot voor klein chemisch afval. **Klein chemisch afval (kca)** is al het chemisch afval van huishoudens (zie afbeelding 52). Klein chemisch afval kun je ook inleveren bij de winkels of bedrijven waar je de producten hebt gekocht, bijvoorbeeld oude medicijnen bij apotheken en lege batterijen bij fotozaken.

WB OPDRACHT 25 T/M 27 BLZ. 103



6 Voedselproductie

Je hebt geleerd dat de wereldbevolking nog steeds groeit. Al die mensen moeten eten. Het voedsel van mensen komt uit de landbouw. Onder **landbouw** vallen de activiteiten waarbij het natuurlijk milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.

Er zijn drie soorten landbouw: **akkerbouw**, **veeteelt** en **tuinbouw** (zie afbeelding 53). De planten die in de akkerbouw en tuinbouw worden verbouwd, heten **voedingsgewassen**. De dieren die in de veeteelt worden gehouden, noemen we **landbouwhuisdieren**. Al eeuwen proberen mensen de opbrengst van voedingsgewassen en landbouwhuisdieren zo hoog mogelijk te maken. Bij voedingsgewassen kan dat door de bodem te bemesten, de bodem te bewerken en de gewassen te beschermen tegen ziekten en plagen. Bij landbouwhuisdieren kan dat door de dieren speciaal voer te geven en ze te beschermen tegen ziekten. Ook kan de opbrengst verhoogd worden door te kruisen, fokken of gebruik te maken van moderne technieken uit de biotechnologie.

▼ **Afb. 53** Drie soorten landbouw.



1 akkerbouw



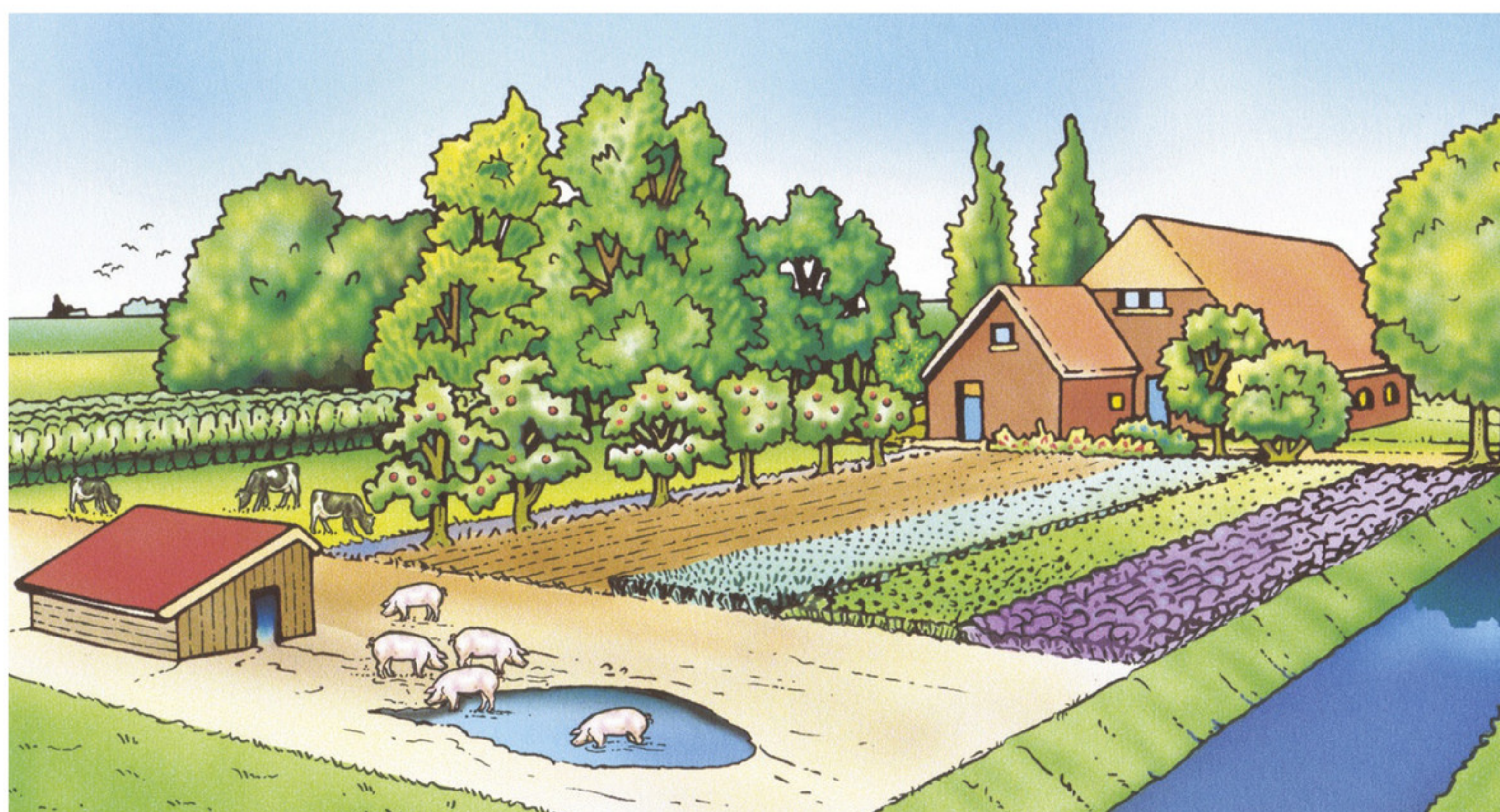
2 veeteelt



3 tuinbouw

De landbouw in Nederland is de laatste zestig jaar sterk veranderd. Tot 1950 waren de meeste landbouwbedrijven **gemengde bedrijven** of **combinatiebedrijven**. De boeren bedreven zowel akkerbouw als veeteelt. Meestal verbouwden ze ook groenten (zie afbeelding 54). Tegenwoordig zijn de meeste bedrijven gespecialiseerd: er zijn akkerbouwbedrijven, veeteeltbedrijven en tuinbouwbedrijven.

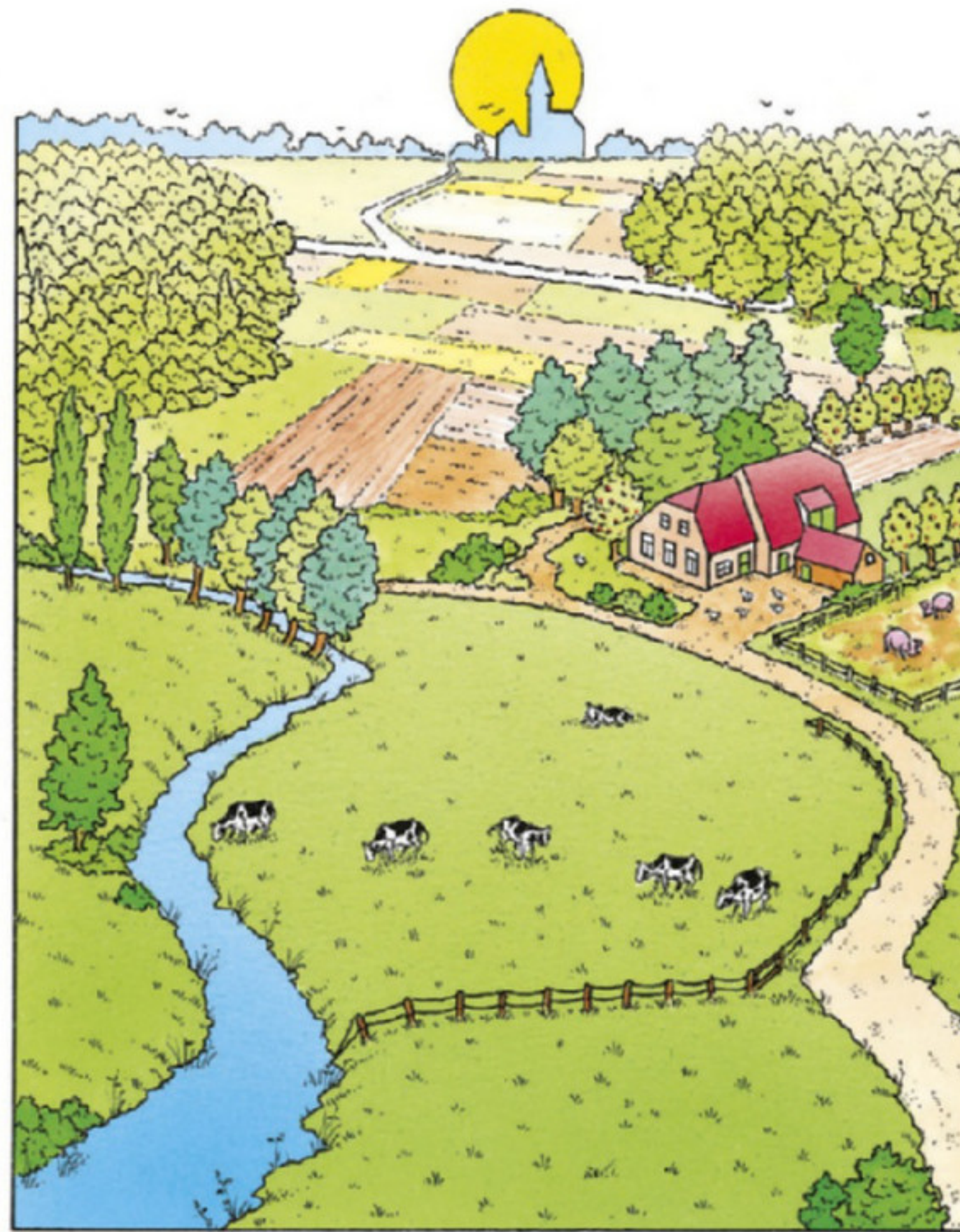
► **Afb. 54** Landbouw op een gemengd bedrijf.



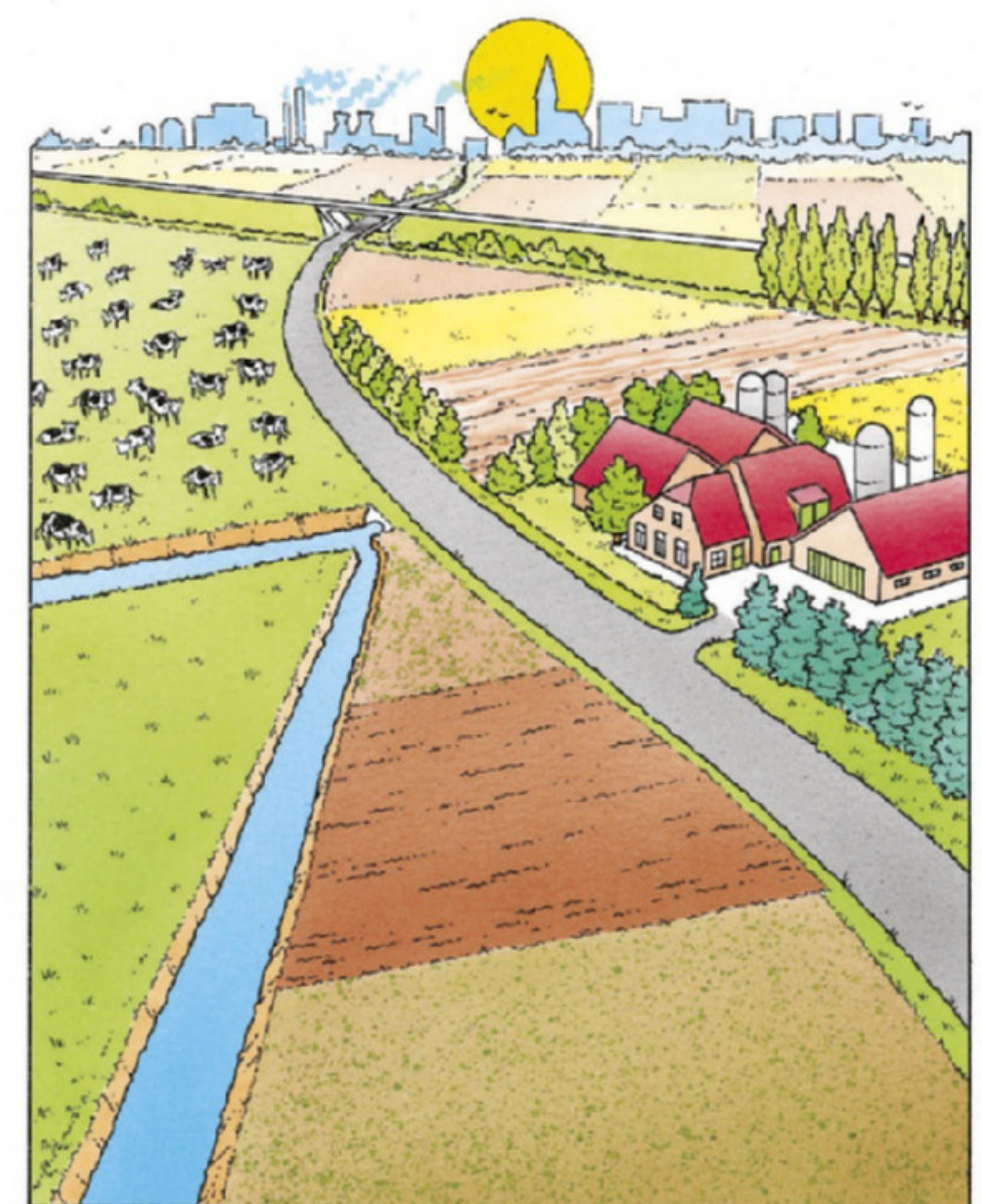
AKKERBOUW

Akkerbouwbedrijven zijn vaak grote bedrijven met heel veel grond. Door ruilverkaveling zijn kleine akkers bij elkaar gevoegd tot grote akkers. Daardoor is het landschap sterk veranderd (zie afbeelding 55).

► **Afb. 55** Verandering van het landschap door ruilverkaveling.



landschap in 1950



landschap in 2014

▼ **Afb. 56** Monocultuur.



▼ **Afb. 57** Bij monoculturen kunnen grote machines gebruikt worden.



Meestal wordt op een grote akker maar één soort gewas verbouwd, bijvoorbeeld aardappelen, tarwe of suikerbieten. We noemen dat een **monocultuur** (zie afbeelding 56). Monoculturen hebben voor akkerbouwers grote voordelen. Ze kunnen grote machines gebruiken om de bodem te bewerken en om te oogsten (zie afbeelding 57). Dat gaat snel en gemakkelijk. Bij monoculturen kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd. Een akker brengt veel op. Monoculturen hebben ook nadelen. Een monocultuur betekent veel voedsel voor insecten. Daardoor is er een grotere kans op insectenplagen. In een monocultuur staan de planten dicht op elkaar. Daardoor kunnen ziekteverwekkers zich gemakkelijk verspreiden onder planten.

Akkerbouwers bestrijden insecten en ziekteverwekkers vaak met **chemische gewasbeschermingsmiddelen**. Veel chemische gewasbeschermingsmiddelen doden ook nuttige organismen, zoals regenwormen in de bodem.

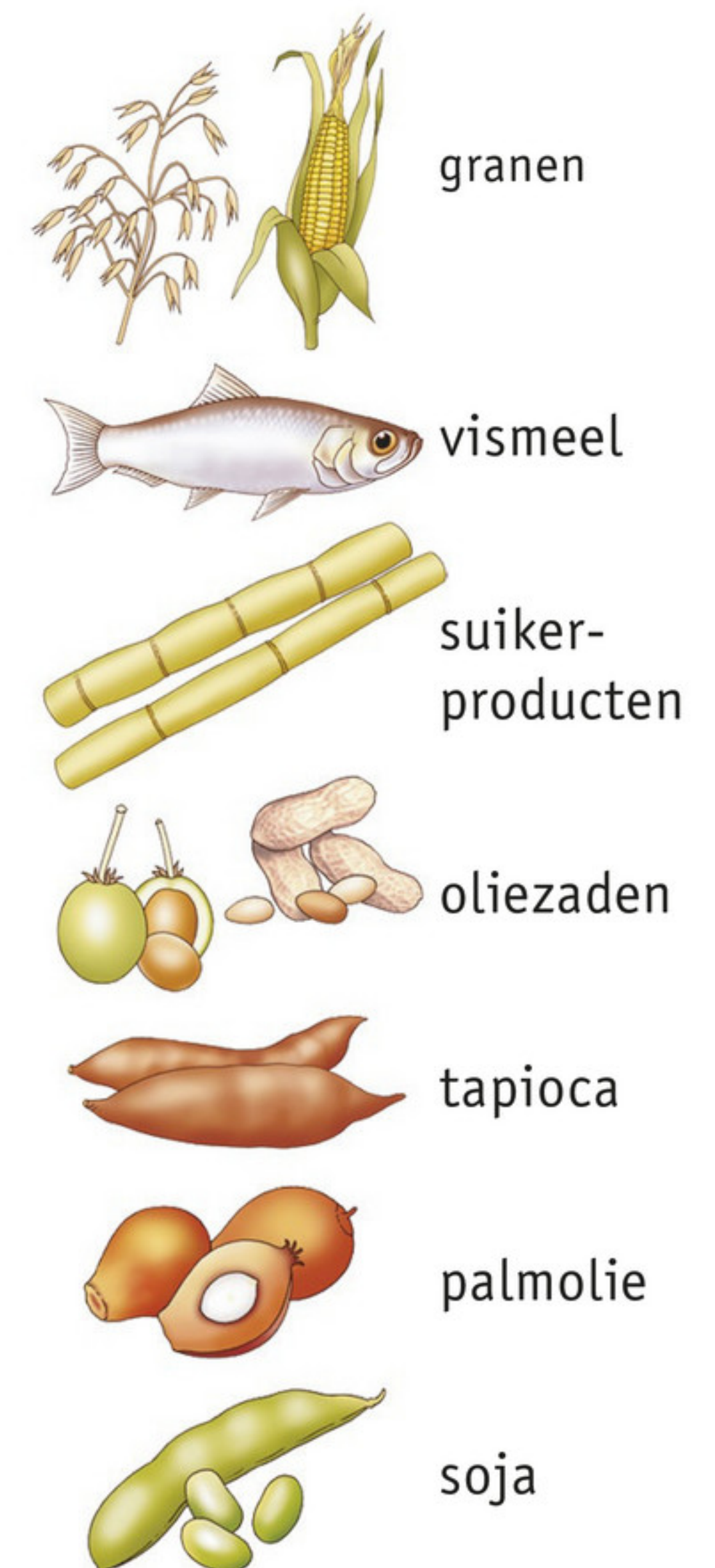
Langs veel akkers lopen sloten. De pesticiden kunnen in het water van de sloten of in het grondwater terechtkomen. In Nederland wordt het drinkwater voor een belangrijk deel uit de grond opgepompt. Chemische gewasbeschermingsmiddelen bedreigen dus de kwaliteit van het drinkwater.

Een ander nadeel van monoculturen is dat de bodem snel uitgeput raakt. Daarom wordt er mest gebruikt om de mineralen aan te vullen. Er bestaan twee soorten mest: organische mest en kunstmest. **Organische mest** is afkomstig van organismen. **Kunstmest** wordt kunstmatig gemaakt in laboratoria of fabrieken. Om beter te kunnen bepalen welke en hoeveel mineralen er in de bodem komen, gebruikt een boer vaak kunstmest om het land te bemesten. Een deel van de kunstmest komt terecht in het water van de sloten en in het grondwater. Kunstmest maakt het water minder geschikt voor de drinkwatervoorziening.

VEETEELT

Veeteeltbedrijven in Nederland waren oorspronkelijk graasbedrijven. Graasbedrijven zijn bedrijven met koeien, schapen, geiten of paarden. Tegenwoordig zijn er ook veel veehouderijen met weinig grond, zoals veel varkenshouderijen en pluimveebedrijven. Deze niet-grondgebonden manier van veeteelt heet **intensieve veehouderij** en wordt ook wel **bio-industrie** of **vee-industrie** genoemd. Omdat de bedrijven weinig grond hebben, verbouwen ze hun veevoer niet zelf, maar kopen het bij veevoerbedrijven. De grondstoffen voor de productie van het veevoer komen voor 70% uit het buitenland (zie afbeelding 58). Een bedrijf met intensieve veehouderij waar de dieren in hokken worden gehouden wordt ook wel **hokdierbedrijf** genoemd.

▼ **Afb. 58** De invoer van grondstoffen voor veevoer in Nederland.



De bio-industrie heeft voor de veehouders voordelen. Dankzij krachtvoer kan de veehouder dieren in grote aantallen houden (zie afbeelding 59). Doordat een veehouder heel veel dieren houdt, kan hij veel vlees, melk of eieren produceren. De bio-industrie heeft ook nadelen. Een van die nadelen is het **mestoverschot** (zie afbeelding 60), dat ontstaat doordat er op het bedrijf meer mest wordt gemaakt dan nodig is voor de bemesting van de eigen grond. Uit de mest komen gassen vrij. Een van die gassen is een broeikasgas, een ander gas zorgt voor verzuring van de bodem. Deze gassen vervuilen dus het milieu (zie extra basisstof 8).

► **Afb. 59** Dieren in de bio-industrie.



▼ Afb. 60

**1 mestoverschot**

Boeren gebruiken mest om hun akkers en weilanden te bemesten. Het gebruik van dierlijke mest is wettelijk beperkt, omdat te veel mest slecht is voor het milieu. De mest die overblijft, noemen we mestoverschot.

**2 maatregelen tegen mestoverschot**

via het voer: Dieren krijgen aangepast voer waardoor de mest minder fosfaat bevat.

via mestverwerking: De mest wordt verwerkt tot bijvoorbeeld kunstmest.

via uitvoer: De mest wordt verwerkt zodat deze geschikt is voor export.

Bron: Ministerie van Landbouw, 2013.

TUINBOUW

Vroeger verbouwden **tuinbouwbedrijven** de meeste gewassen buiten (zie afbeelding 61). We noemen dat **tuinbouw in de open grond**. Tegenwoordig worden veel tuinbouwgewassen verbouwd in **kassen**. We noemen dat **glastuinbouw** (zie afbeelding 62).

▼ Afb. 61 Tuinbouw in de open grond.



▼ Afb. 62 Tuinbouw in kassen.



▼ Afb. 63



Een voordeel van glastuinbouw voor tuinbouwers is dat ze in de kassen kunnen zorgen voor gunstige omstandigheden voor de groei van de planten. Daardoor kunnen ze in hun kassen veel voedsel produceren. Een ander voordeel van glastuinbouw is dat in kassen het hele jaar door voedingsgewassen kunnen worden verbouwd. Daardoor kun je veel groenten het hele jaar door kopen (zie afbeelding 63). Een glastuinbouwer kan bijvoorbeeld sla oogsten in de winter.

Glastuinbouw heeft ook nadelen. In de zomer is er in de kassen voldoende licht en warmte om de planten goed te laten groeien. In de andere seizoenen zorgen felle lampen voor voldoende licht in de kassen (zie afbeelding 64) en worden de kassen verwarmd. De lampen in een kas gebruiken veel elektriciteit en door de verbranding van aardgas (voor de verwarming) ontstaan afvalstoffen, waaronder koolstofdioxide. Koolstofdioxide versterkt het broeikaseffect. Door het gebruik van lampen en kachels is voor een kilogram kasgroente gemiddeld tien keer zo veel energie nodig als voor een kilogram groente van de open grond.

Een ander nadeel is dat ziekteverwekkers zich in de kassen gemakkelijk over de gewassen kunnen verspreiden. Voor de bestrijding van ziekteverwekkers wordt in de glastuinbouw vaak biologische gewasbescherming toegepast. Bij glastuinbouw worden minder chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt dan bij tuinbouw in de volle grond. Over biologische gewasbescherming leer je verderop in deze basisstof meer.

WB OPDRACHT 30 T/M 32 BLZ. 106

► **Afb. 64** Verlichting in een kas.



VISSERIJ

Een deel van onze voedingsmiddelen komt van de **visserij**. Door de groei van de wereldbevolking en doordat er steeds betere vangstmethoden komen, is er sprake van overbevissing. **Overbevissing** betekent dat er in een bepaald gebied te veel vis gevangen wordt. Hierdoor verdwijnt die vissoort uit dat gebied. Door overbevissing dreigen verschillende vissoorten uit te sterven, zoals haring, paling, kabeljauw en de meeste tonijnsoorten. **Vangstbeperkende maatregelen** kunnen overbevissing voorkomen. Een voorbeeld van een vangstbeperkende maatregel is een vangstquotum vaststellen. Een **vangstquotum** geeft aan hoeveel elk land van welke soort vis mag vangen.

Een ander nadeel is de bijvangst. **Bijvangst** is onbedoeld ook andere vissen vangen. Als een visser haring wil vangen, komen er ook allerlei andere vissen in zijn net. Die bijvangst wordt vaak overboord gezet.

Naast de visvangst op zee wordt er steeds meer vis geteeld. Bij **visteelt** wordt vis gekweekt in speciale bakken of kooien. Een voordeel van visteelt is dat het goedkoper is dan de visserij. Ook kan het overbevissing voorkomen. In Nederland wordt onder andere meerval, paling, tilapia, tarbot en forel geteeld.

INSECTEN

Insecten vormen een goede bron van onder andere eiwitten. Naast vlees en vis eten dan ook steeds meer mensen in Nederland insecten (zie afbeelding 65).

WB OPDRACHT 33 BLZ. 107

▼ Afb. 65

Insecten eten: duurzaam én lekker

Een bakje sprinkhanen levert veel gezonde voedingsstoffen op. Bovendien is zo'n gerecht beter voor het milieu dan een biefstuk. In alle werelddelen – behalve Europa en Noord-Amerika – eten mensen insecten. Dat varieert van een zakje gefrituurde mieren tot soep met bijen.

Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit investeert € 1.000.000,- in onderzoek door Wageningen Universiteit naar de toepassing van insecten in eten in Nederland. Insecten zijn namelijk gezond en duurzaam. Insecten leveren onder andere eiwitten, ijzer en vitamine A, B2 en D. Ze zijn vergelijkbaar met het vlees van varkens, kippen of runderen. Het vetpercentage van insecten is vaak lager en ze bevatten meer onverzadigd vet, zoals linolzuur. Om insecten te kweken is veel minder landbouwgrond nodig en er komt minder koolstofdioxide vrij dan bij veeteelt. Insecten hebben ook veel minder voer nodig. Voor een kilogram rundvlees is drie keer zo veel voer

nodig als voor een kilogram eetbare insecten. Er is dus minder mest. Onderzoekers en insectenbedrijven ontwikkelen ook half-om-half producten, bijvoorbeeld kipgehakt vermengd met meelwormen voor snacks. Zo worden de twijfelaars wellicht gemakkelijker over de streep getrokken.

Naar: www.gezondheidsnet.nl.

**BIOLOGISCHE LANDBOUW**

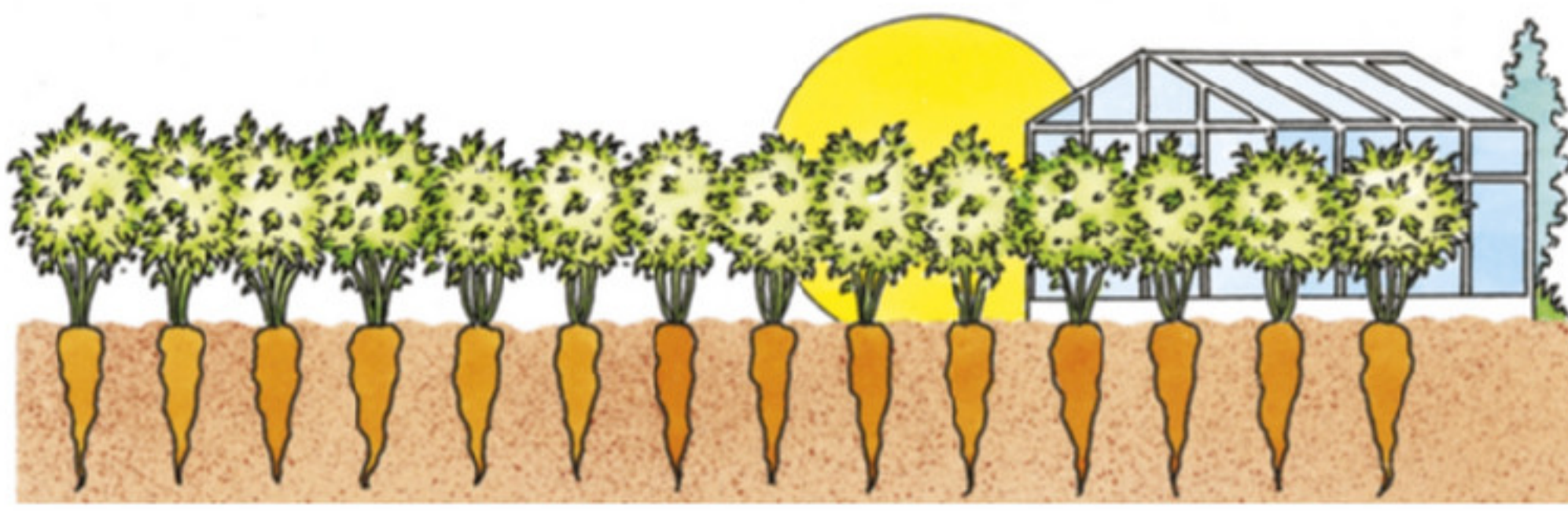
Door de gangbare (intensieve) landbouwmethoden is er in Nederland voldoende voedsel en is het voedsel betaalbaar. Je hebt geleerd dat de intensieve landbouw nadelen heeft voor het milieu en voor landbouwhuisdieren. Steeds meer mensen vinden dat de landbouw rekening moet houden met het milieu en met de dieren. De **biologische landbouw** probeert het milieu te sparen en toch voldoende voedsel te produceren. Zo worden monoculturen vermeden en kleine stukken grond met elkaar afgewisseld. Daardoor is de kans op insectenplagen kleiner. Ook breiden ziekten van het gewas zich minder snel uit.

Daarnaast wordt **vruchtwisseling** toegepast: op een bepaald stuk grond wordt nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas verbouwd. In afbeelding 66 zie je een voorbeeld van vruchtwisseling. Ziekteverwekkers in de bodem maken meestal maar één soort gewas ziek en blijven na de oogst nog een of twee jaar in de bodem aanwezig. Het gewas wordt geoogst voordat de ziekteverwekkers schadelijk worden. Door in de volgende jaren een ander gewas op de akker te verbouwen krijgen de ziekteverwekkende bodemorganismen geen kans.

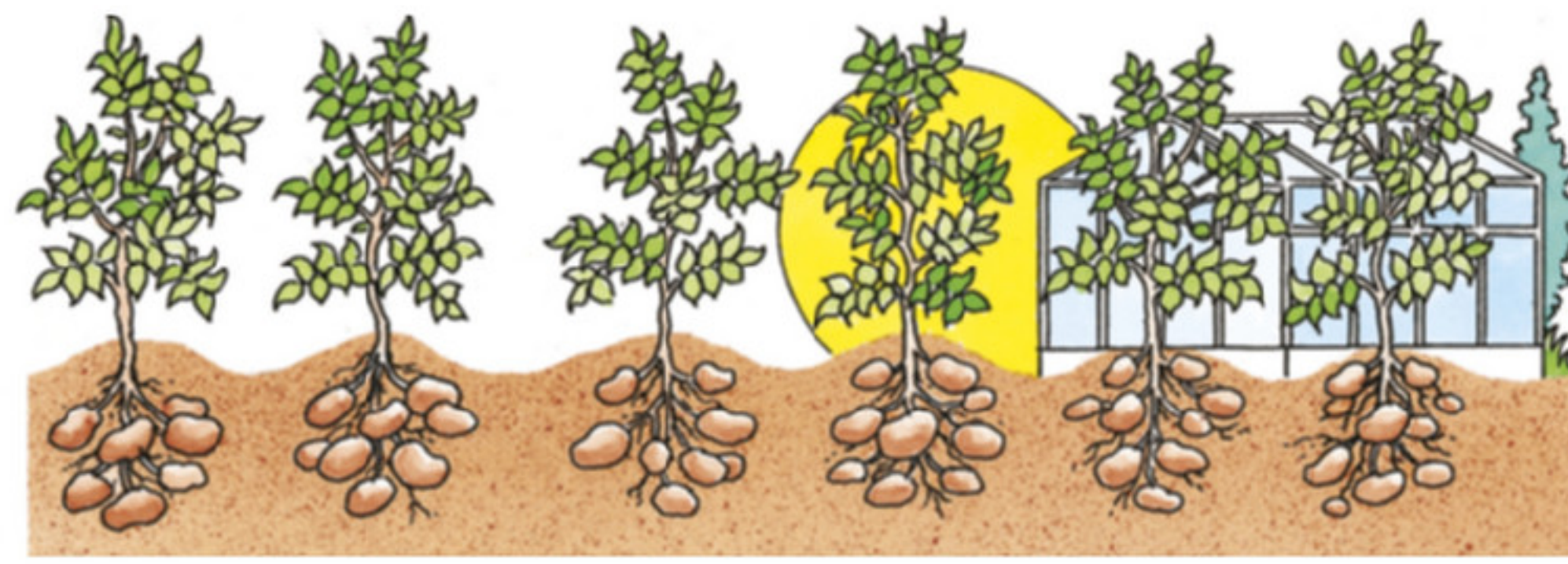
In de folder van afbeelding 67 staan de belangrijkste kenmerken van de biologische landbouw.

WB OPDRACHT 34 T/M 36 BLZ. 108

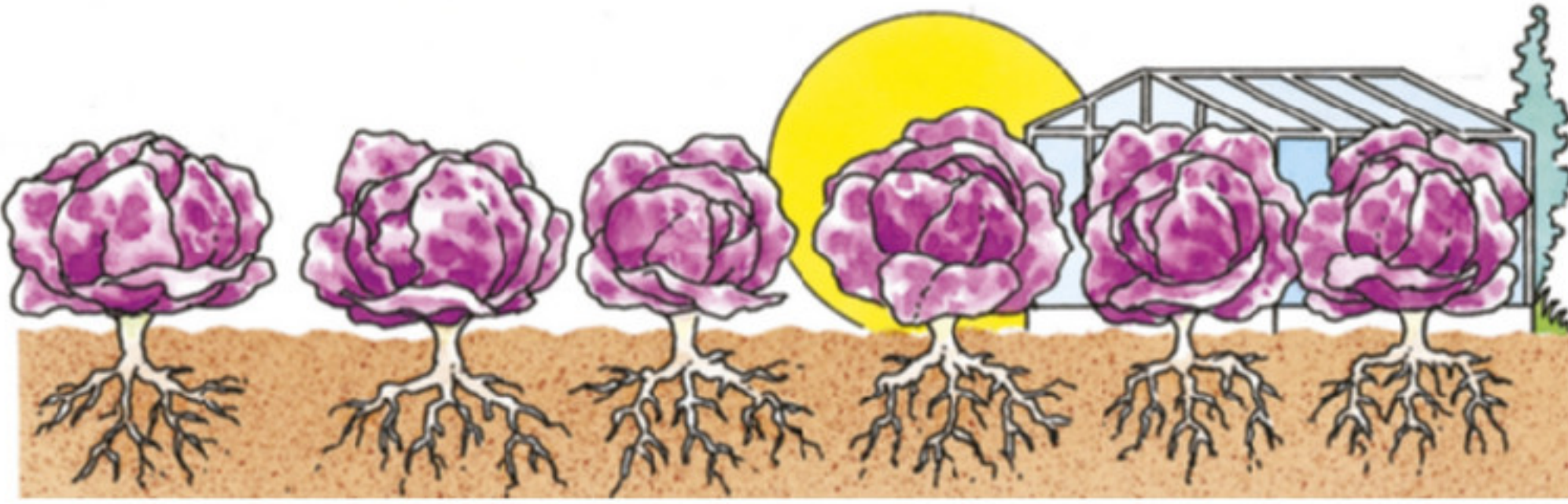
▼ Afb. 66 Vruchtwisseling (schematisch).



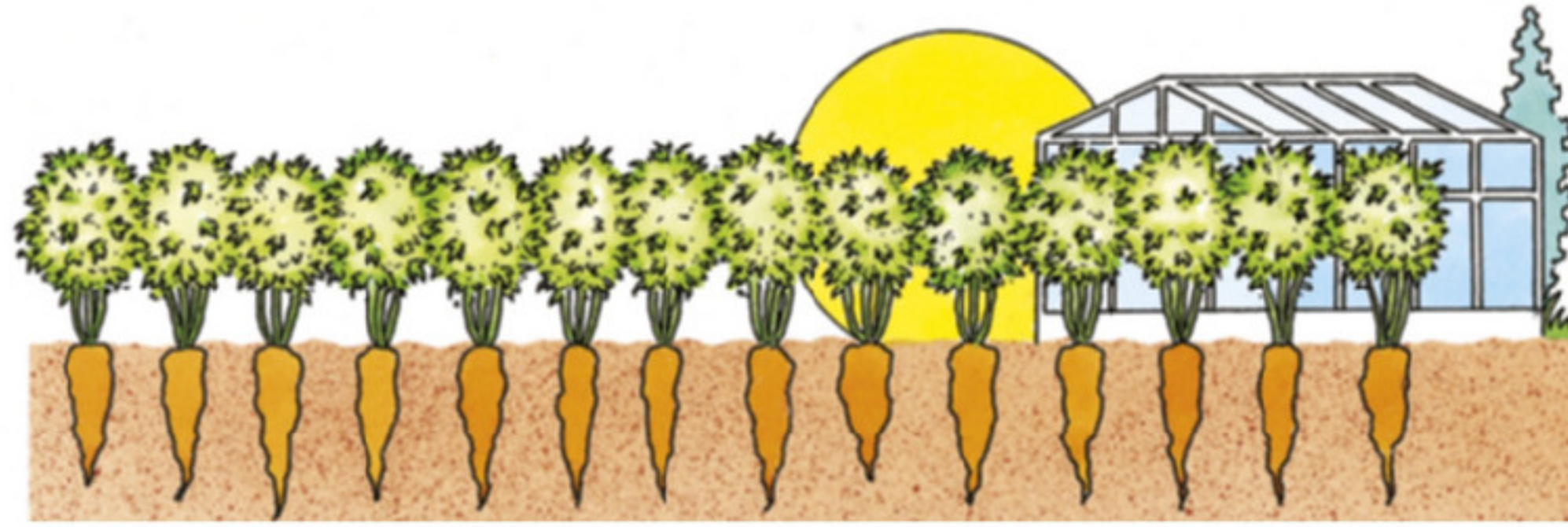
1e jaar: peen



2e jaar: aardappelen



3e jaar: rodekool



4e jaar: peen

► Afb. 67

BIOLOGISCHE LANDBOUW

Biologische landbouwmethoden:

- ontzien het milieu zo veel mogelijk;
- leveren gezonde (en smakelijke) producten;
- zijn diervriendelijk.

Biologische akker- en tuinbouw:

- maakt geen gebruik van kunstmest;
- gebruikt alleen mest van biologische veeteelt;
- bemest niet meer dan planten kunnen opnemen;
- past geen monoculturen toe;
- gebruikt geen chemische gewasbeschermingsmiddelen.

Voedingsgewassen beschermen tegen ziekten en plagen door:

- vruchtwisseling toe te passen (meestal een zesjarig vruchtwisselingschema);
- verschillende soorten voedingsgewassen te verbouwen op kleine stukken grond;
- insectenplagen te bestrijden met natuurlijke vijanden.

**Biologische veeteelt:**

- geeft dieren volop de ruimte om los te lopen (te scharrelen);
- geeft dieren biologisch geteeld veevoer;
- houdt rekening met het welzijn van de dieren;
- gebruikt diergeneesmiddelen pas als een dier ziek is.

Biologische producten:

- bevatten geen resten van chemische gewasbeschermingsmiddelen;
- bevatten geen chemische geur-, kleur- en smaakstoffen;
- zijn te herkennen aan het Europees biologisch keurmerk.

▼ Afb. 68 Producten van de biologische landbouw.



7 Bescherming tegen ziekten en plagen

▼ Afb. 69 Vraat door insecten.



Bacteriën en schimmels kunnen voedingsgewassen ziek maken. Insecten en andere dieren eten delen van voedingsgewassen (zie afbeelding 69). Als veel dieren de voedingsgewassen aantasten, is sprake van een **plaag**. Door ziekten en plagen wordt de opbrengst van voedingsgewassen lager. In de landbouw worden voedingsgewassen beschermd tegen ziekten met chemische gewasbeschermingsmiddelen of op een biologische manier.

CHEMISCHE GEWASBESCHERMING

Om plantenziekten en plagen te bestrijden worden chemische gewasbeschermingsmiddelen (pesticiden) gebruikt. Zelfs voor plagen in de tuin zijn er chemische gewasbeschermingsmiddelen (zie afbeelding 70). Chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn **biociden** (*bios* = leven; *cidere* = doden). Ze hebben het voordeel dat ze snel effect hebben. Ziekten en plagen kunnen met deze middelen meestal goed worden bestreden.

Chemische gewasbeschermingsmiddelen hebben ook veel nadelen. Zo doden ze ook onschadelijke en nuttige soorten. We noemen deze biociden **niet-selectief** (zie afbeelding 71). Het is ingewikkeld om selectieve biociden te ontwikkelen.

▼ Afb. 70 Chemische gewasbeschermingsmiddelen.

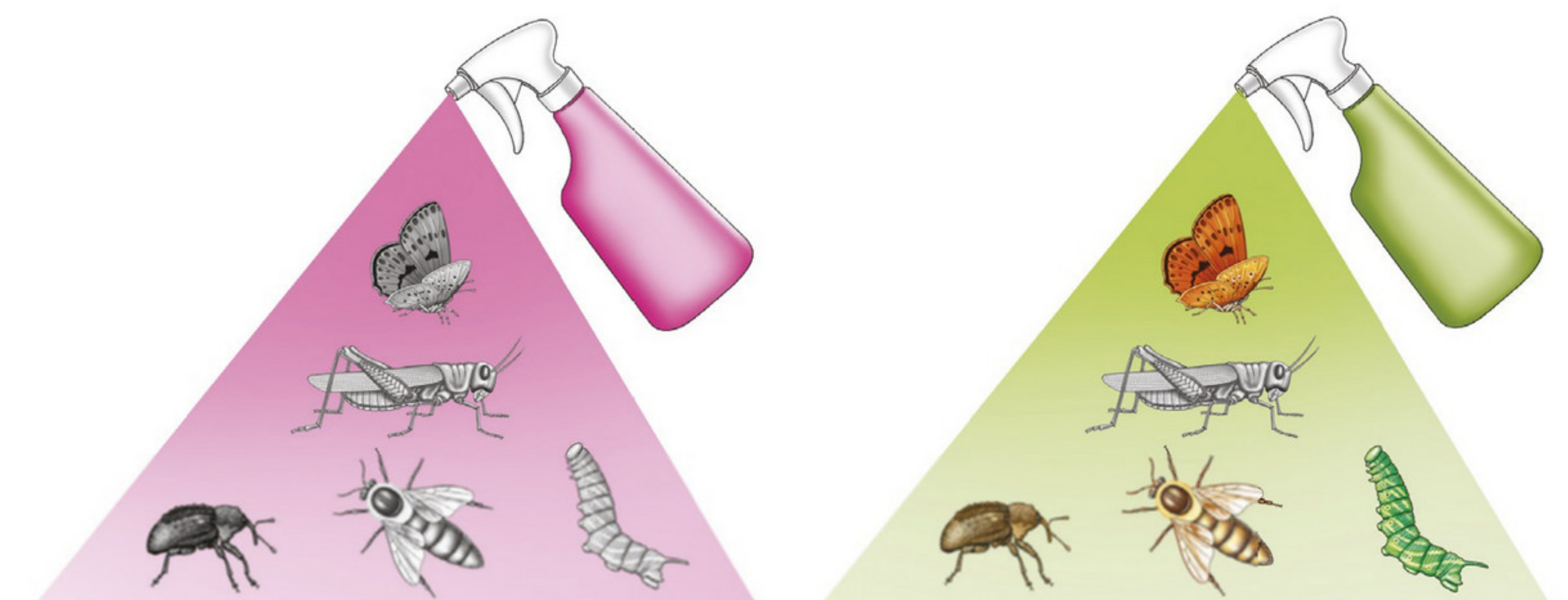


1 voor gebruik in de landbouw



2 voor gebruik in en rond het huis

▼ Afb. 71



1 niet-selectief gewasbeschermingsmiddel

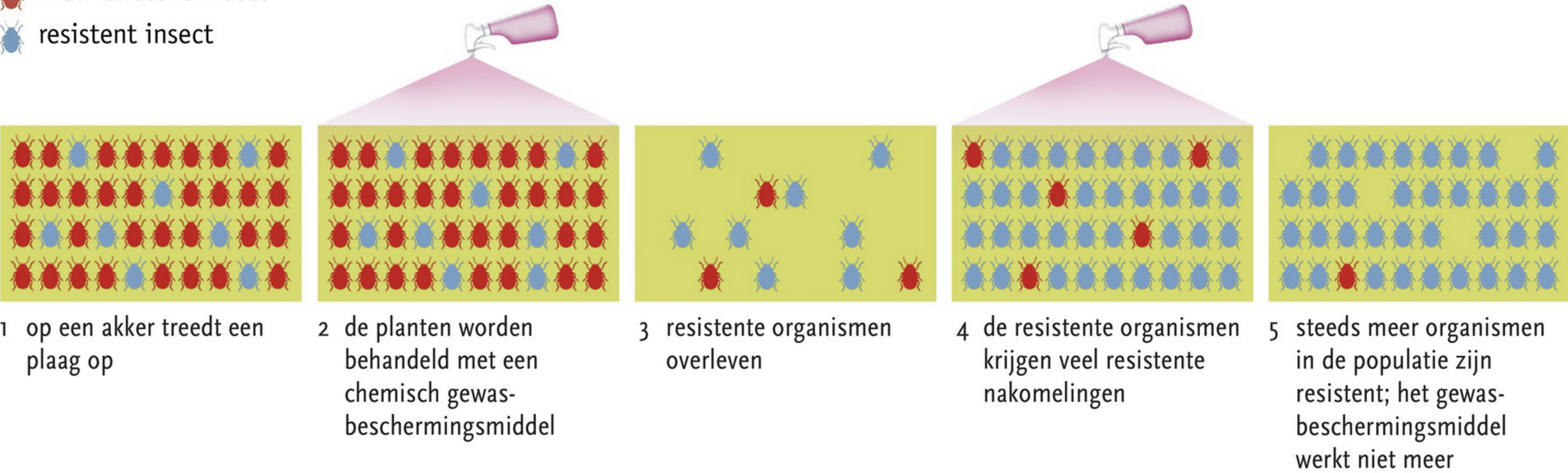
2 selectief gewasbeschermingsmiddel

Een ander nadeel is dat bij de soort die wordt bestreden vaak al snel **resistentie** optreedt tegen het gewasbeschermingsmiddel. In thema 5 Erfelijkheid en evolutie heb je geleerd dat bij geslachtelijke voortplanting verschillende genotypen ontstaan. Bij een soort die wordt bestreden blijken vaak organismen voor te komen met een genotype waardoor ze ongevoelig of minder gevoelig zijn voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. We noemen deze organismen **resistent**. Vooral deze resistente organismen overleven en planten zich voort (zie afbeelding 72). Hierdoor kan na een aantal generaties de hele soort resistent zijn geworden voor het gebruikte gewasbeschermingsmiddel. Er treedt dan een nieuwe plaag op. Om deze plaag te bestrijden moet een grotere hoeveelheid of een ander gewasbeschermingsmiddel worden gebruikt.

▼ **Afb. 72** Het ontstaan van resistentie tegen een chemisch gewasbeschermingsmiddel.

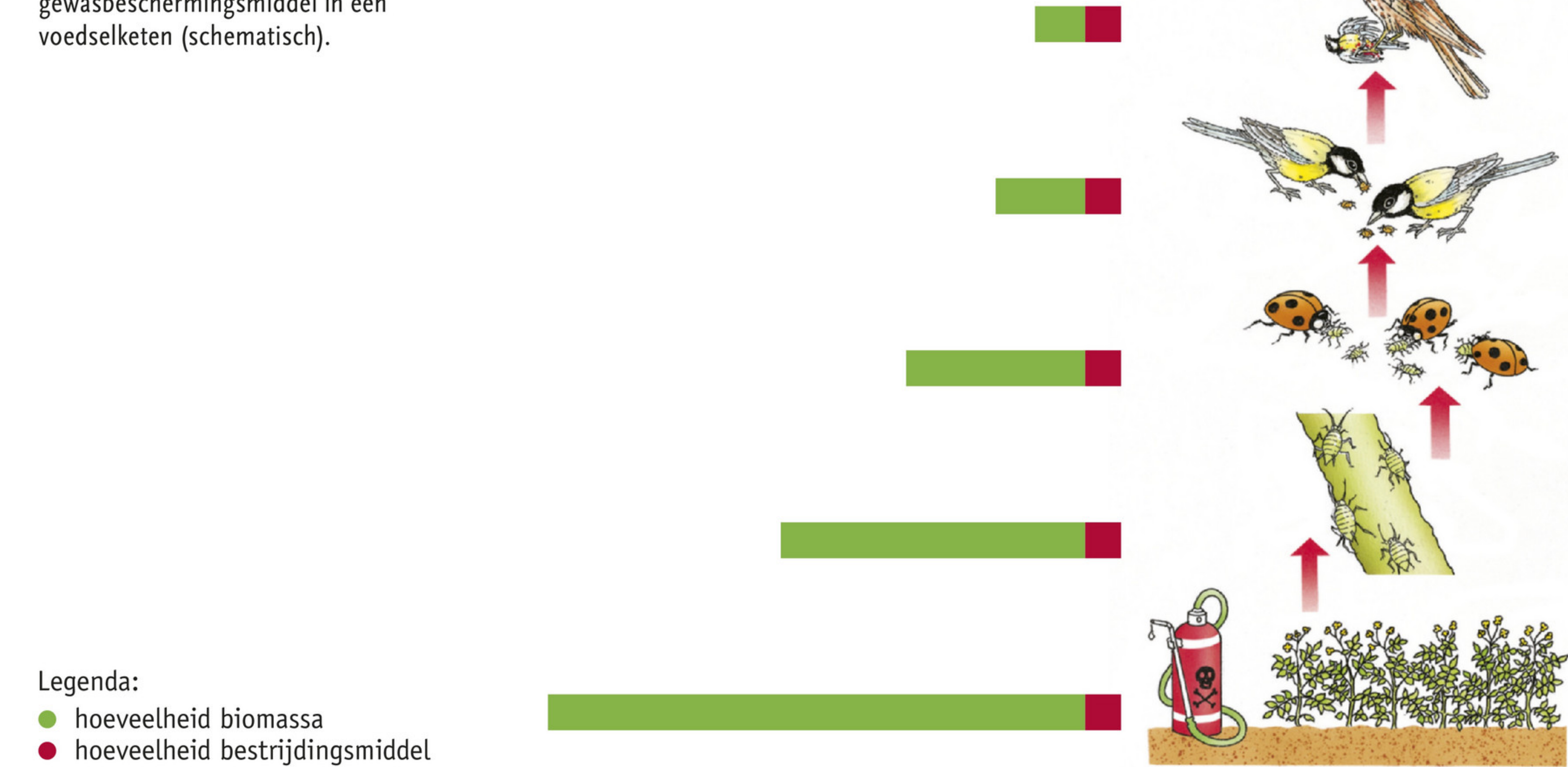
Legenda:

-  niet-resistent insect
-  resistent insect



Een derde nadeel is dat een deel van de chemische gewasbeschermingsmiddelen niet of zeer langzaam biologisch wordt afgebroken. Dieren slaan de gewasbeschermingsmiddelen op in vetweefsel en geven ze op die manier door aan de volgende schakel in de voedselketen. Ook daar worden de gewasbeschermingsmiddelen opgeslagen in vetweefsel. Via voedselketens hopen de gewasbeschermingsmiddelen zich op in dieren die aan het eind van een voedselketen staan (zie afbeelding 73). We noemen dat opeenhoping of **accumulatie**. In thema 6 Ecologie heb je geleerd dat de hoeveelheid biomassa (de totale hoeveelheid energierijke stoffen) in een voedselketen afneemt. Dezelfde hoeveelheid gewasbeschermingsmiddelen komt daardoor in een steeds kleinere hoeveelheid biomassa terecht (zie afbeelding 73). Daardoor wordt het effect van de gewasbeschermingsmiddelen steeds groter. Dieren die aan het eind van de voedselketens staan, hebben dan ook een grotere kans om dood te gaan aan gewasbeschermingsmiddelen.

► **Afb. 73** Accumulatie van een chemisch gewasbeschermingsmiddel in een voedselketen (schematisch).



▼ **Afb. 74** Witte vlieg (*Trialeurodes vaporariorum*).



▼ **Afb. 75** Sluipwesp (*Encarsia formosa*).



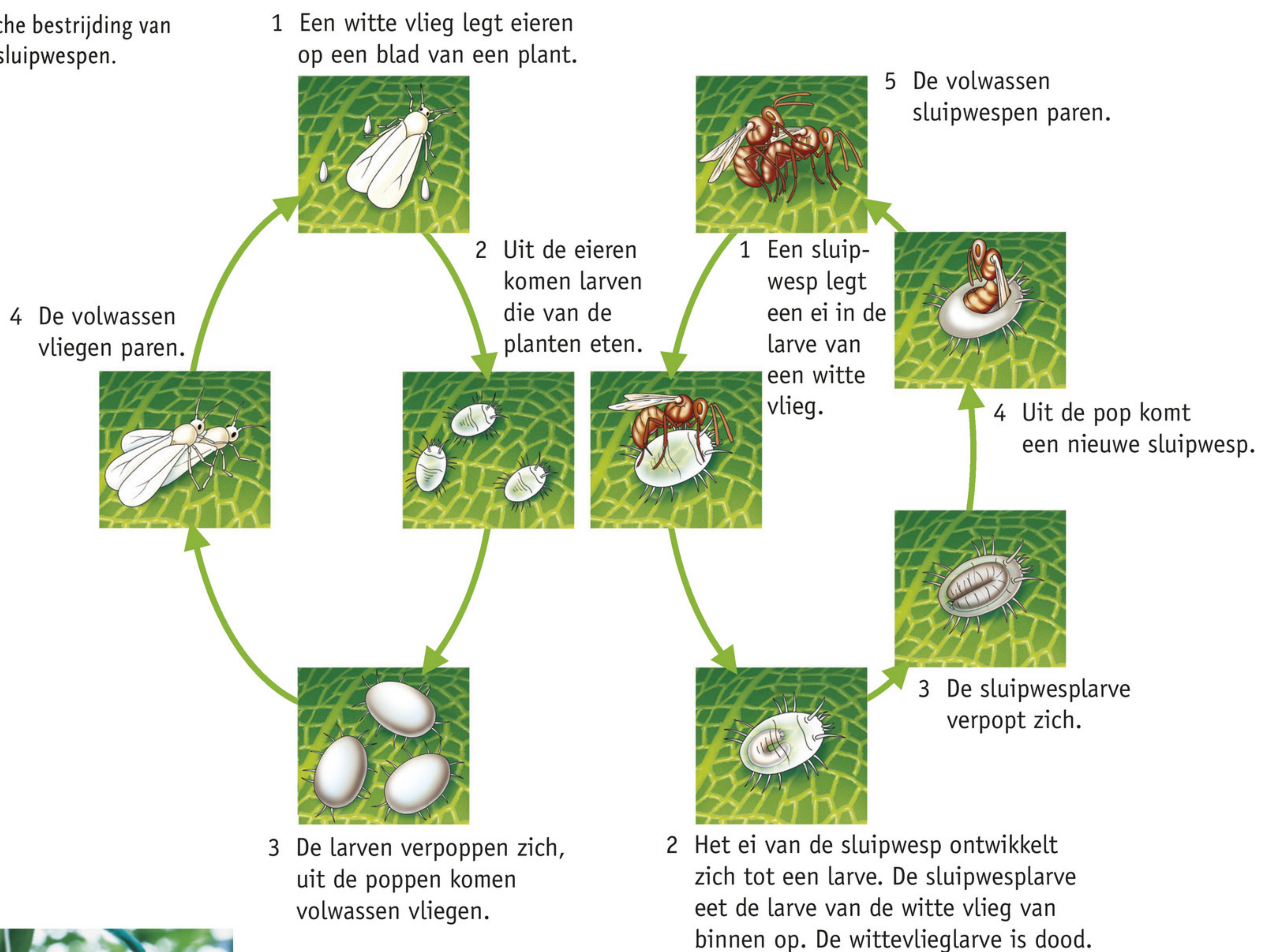
► **Afb. 76** Biologische bestrijding van de witte vlieg met sluipwespen.

BIOLOGISCHE GEWASBESCHERMING

Biologische gewasbescherming maakt gebruik van biologische verschijnselen. Sommige soorten insecten kunnen worden bestreden met dieren die in de natuur een vijand zijn van deze insecten. We noemen deze dieren **natuurlijke vijanden**. Het gebruiken van natuurlijke vijanden wordt ook wel **biologische gewasbescherming** genoemd. Een voorbeeld van deze aanpak is de bestrijding van witte vlieg met sluipwespen.

De witte vlieg kan grote schade aanrichten bij de teelt van onder andere tomaten en komkommers, doordat ze sappen uit de planten opzuigen (zie afbeelding 74). Om de witte vlieg te bestrijden kan een tuinder sluipwespen in de kassen loslaten (zie afbeelding 75).

In afbeelding 76 zie je de levenscyclus van witte vlieg en sluipwespen. Speciale bedrijven leveren de tuinders de sluipwespen. In deel 1 heb je geleerd dat bij insecten metamorfose (gedaanteverwisseling) voorkomt. Uit de eieren ontstaan larven. Uit larven ontstaan (na verpopping) weer nieuwe volwassen dieren. Vaak worden in plaats van volwassen dieren eieren of poppen in de kas gebracht (zie afbeelding 77).



◀ **Afb. 77** Een kaartje met eieren van sluipwespen in een kas.

Een ander voorbeeld van de inzet van natuurlijke vijanden zijn kleine wormpjes die de eikenprocessierups doden (zie afbeelding 78). Ook worden geluiden of geurstoffen ingezet om plaagdieren te lokken. De gelokte dieren worden gedood of onvruchtbaar gemaakt. Zij kunnen zich niet meer voortplanten en daardoor geen verdere schade aanrichten.

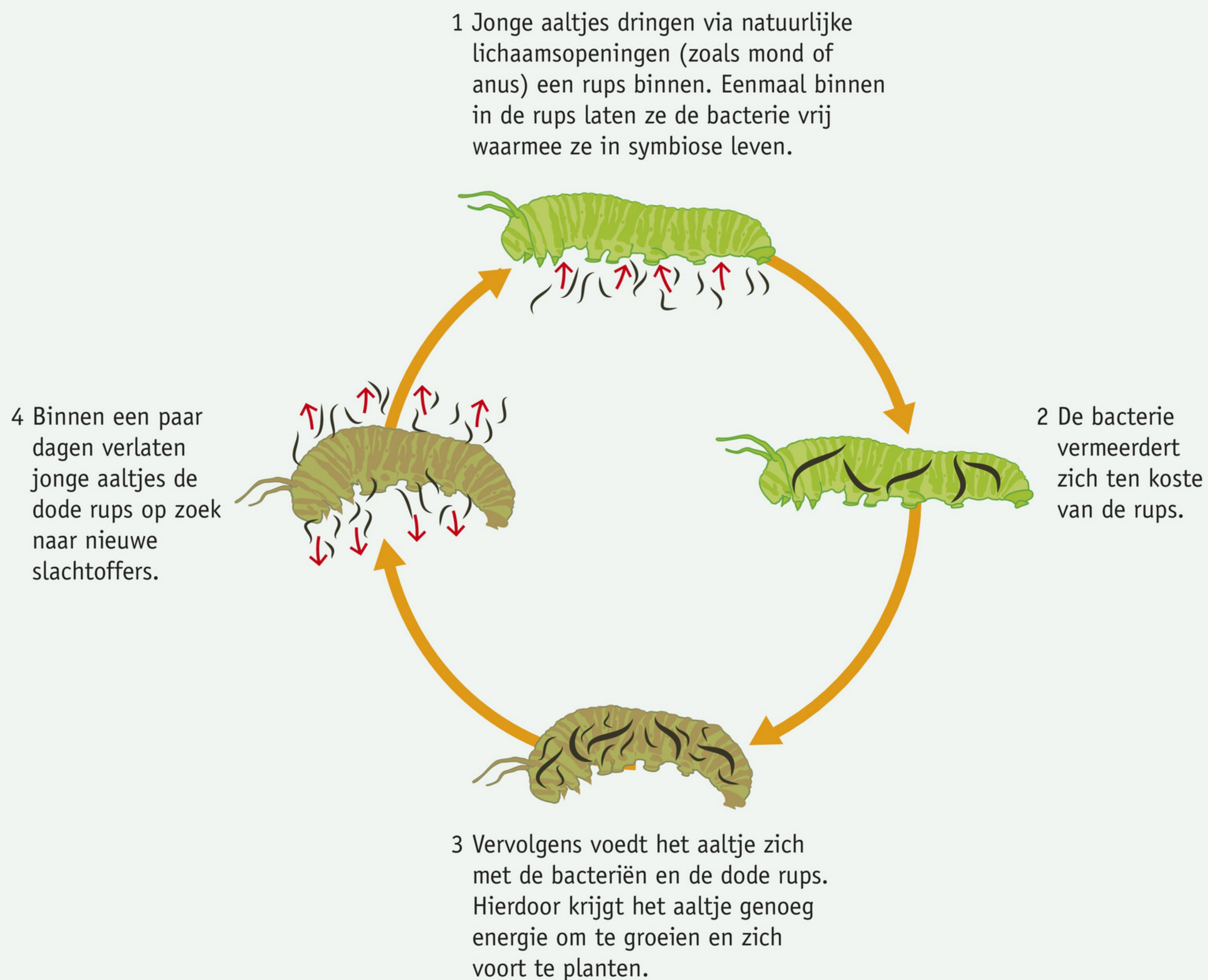
WB OPDRACHT 37 T/M 39 BLZ. 110

▼ Afb. 78

Biologische bestrijding van de eikenprocessierups

Het nieuwste wapen in de strijd tegen de eikenprocessierups is een aaltje: *Steinernema feltiae*. Aaltjes zijn microscopisch klein wormpjes. Uit proeven blijkt dat 70 tot 100% van de eikenprocessierupsen werd gedood. Zo'n klein wormpje wordt in de landbouw een aaltje

genoemd. Het aaltje leeft alleen op insectenlarven en is onschadelijk voor andere dieren en mensen. Overigens gaan de aaltjes de rups niet in hun eentje te lijf. Ze werken samen met een bacterie. In de afbeelding is weergegeven hoe dat gaat.



8 Water en bodem

Waterverontreiniging en bodemverontreiniging hebben in de vorige eeuw tot veel problemen geleid in Nederland. Vervuiling is vaak een gevolg van activiteiten van de mens. Veel organismen zijn afhankelijk van schoon water en schone bodem. Het gevolg van vervuiling is dat organismen bedreigd worden of verdwijnen. Ook voor de mens zijn schoon water en een schone bodem belangrijk. We drinken water en eten van gewassen die in de bodem groeien.

VERONTREINIGING VAN WATER

Het water in rivieren, zeeën en meren wordt niet alleen vervuild door huishoudens, maar ook door fabrieken, land- en tuinbouw en scheepvaart (zie afbeelding 79). Het afvalwater van fabrieken bevat vaak zware metalen, zoals zink, cadmium en lood. Deze metalen zijn schadelijk voor de gezondheid van mens en dier. Ook door land- en tuinbouwbedrijven komen schadelijke stoffen in het water en in de bodem terecht, bijvoorbeeld chemische gewasbeschermingsmiddelen en (kunst)mest (zie afbeelding 80).

▼ **Afb. 79** Bronnen van waterverontreiniging.



1 fabrieken

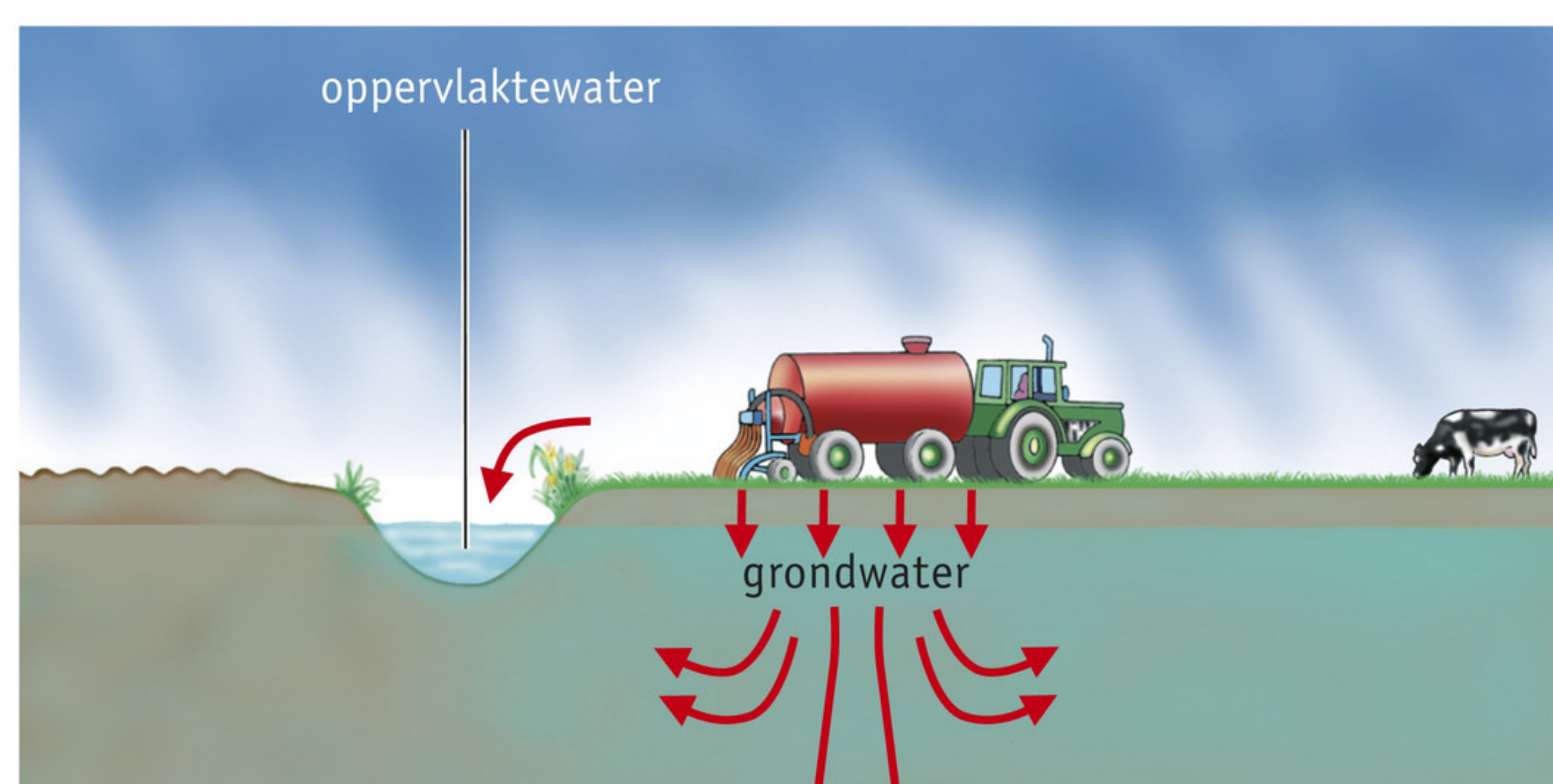


2 bestrijdingsmiddelen in de land- en tuinbouw



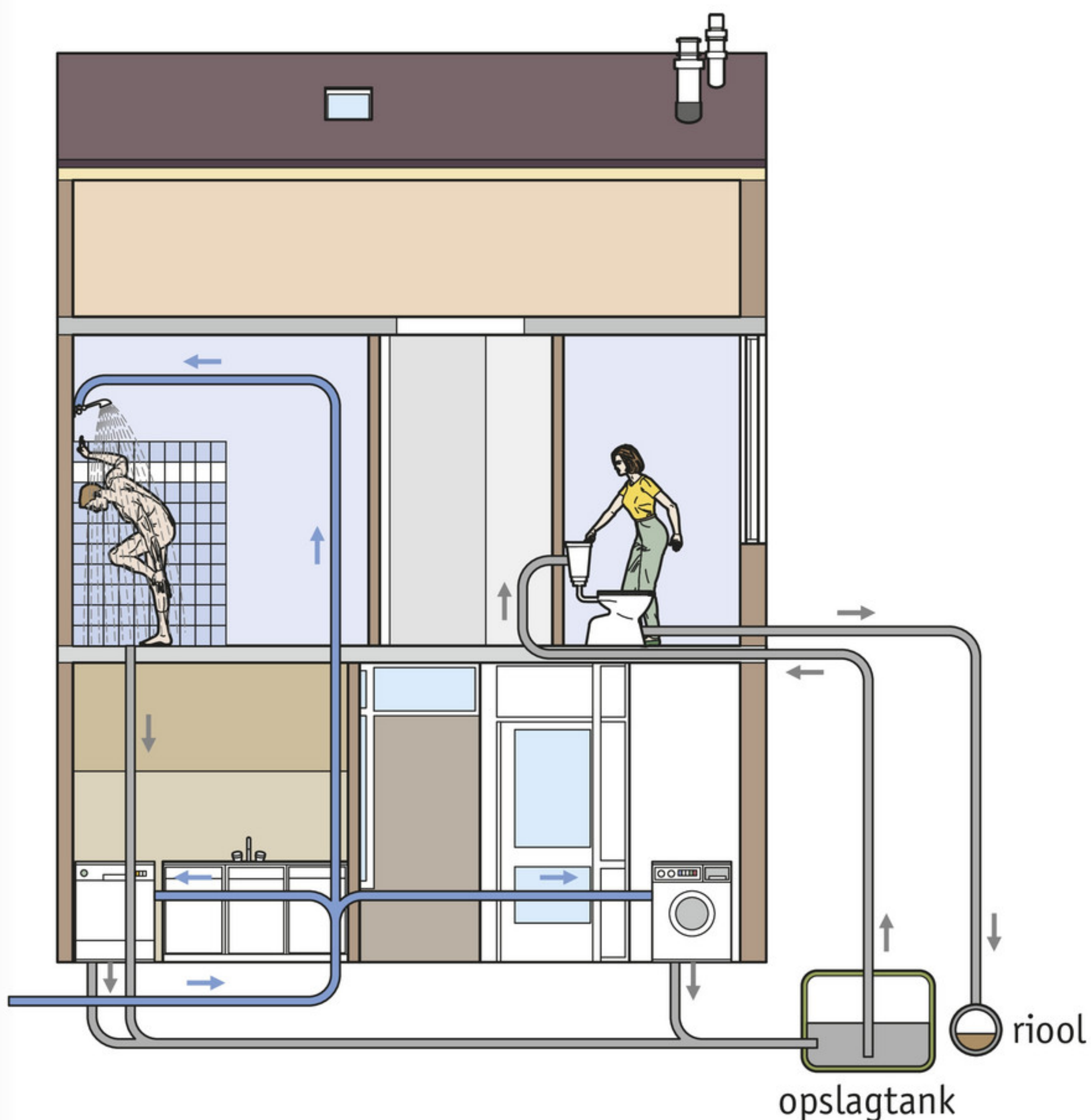
3 olie lekt uit een schip

► **Afb. 80** Bemesting kan grondwater en oppervlaktewater verontreinigen.



In het verleden zorgden industrie, landbouw en verkeer voor veel vervuiling. Tegenwoordig komt dit door allerlei maatregelen steeds minder vaak voor. Zo lozen schepen en fabrieken steeds minder schadelijke stoffen in het milieu, maar vangen ze op om ze op een goede manier te verwerken. Afvalwater wordt vaak gezuiverd voordat het op het oppervlaktewater wordt geloosd. Boeren worden gestimuleerd een mestinjector te gebruiken. Daarmee wordt de mest direct in de grond gespoten. Al deze maatregelen helpen verontreiniging van water te beperken.

▼ **Afb. 81** Een huis waarin grijs water wordt gebruikt.



WATERVERONTREINIGING IN EN ROND HET HUIS

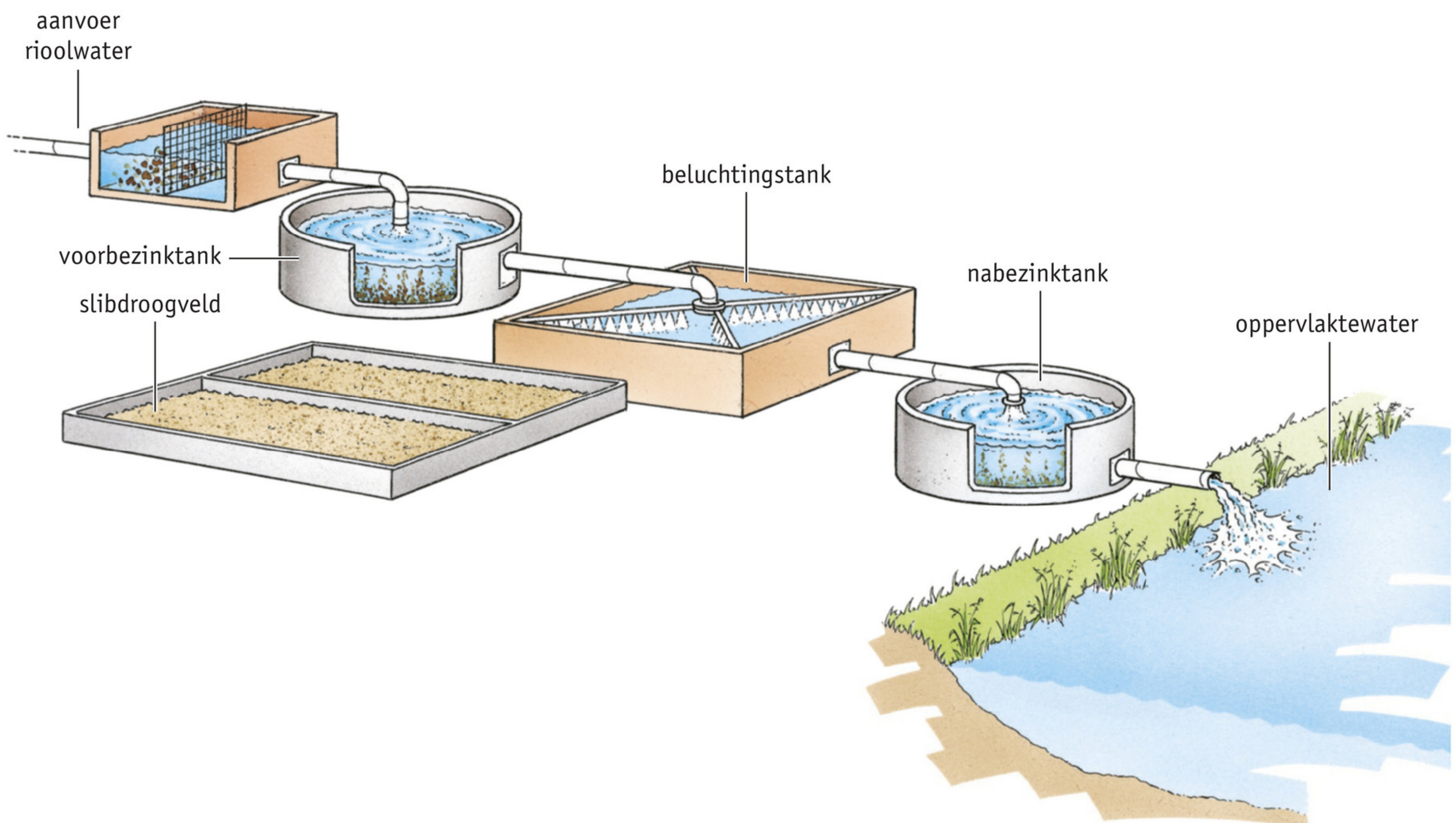
In alle Nederlandse huishoudens ontstaat verontreinigd water: Met z'n allen spoelen we grote hoeveelheden ontlasting, urine, wc-papier en schoonmaakmiddelen door het riool. Je noemt dit **huishoudelijk afvalwater**. Ieder huishouden loost per dag bijna vierhonderd liter huishoudelijk afvalwater op het riool.

Huishoudens gebruiken vrijwel altijd schoon drinkwater, terwijl ze ook grijs water zouden kunnen gebruiken. **Grijs water** is de naam voor licht verontreinigd afvalwater dat afkomstig is van bijvoorbeeld douche, wasmachine en keuken. De naam 'grijs' verwijst naar de kleur die dat water heeft door de zeepresten die erin zitten. Dit water is prima te gebruiken om het toilet door te spoelen. In afbeelding 81 zie je een huis waarin grijs water wordt gebruikt.

ZUIVERING VAN RIOOLWATER

Regenwater stroomt van huizen, tuinen en wegen naar het riool. Ook het huishoudelijk afvalwater komt in het riool. Het rioolwater is dan ook erg verontreinigd en mag niet zomaar in het oppervlaktewater komen. Eerst moet het worden gereinigd. Dit gebeurt in een **rioolwaterzuiveringsinstallatie** (zie afbeelding 82).

▼ **Afb. 82** Zuivering van rioolwater.



In een rioolwaterzuiveringsinstallatie stroomt het vervuilde water eerst door een rooster om het grofste vuil te verwijderen. Hierbij zit ook afval dat niet biologisch afbreekbaar is, zoals condooms, maandverband en tampons. Dit afval mag je dus niet door de wc spoelen. Het rioolwater stroomt na het rooster langzaam in een **voorbezinktank**. Dat is een grote bak waar vuil naar de bodem zakt (**voorbezinking**). Tijdens de volgende stap wordt in een **beluchtingstank** lucht in het water gepompt. Daardoor kunnen reducenten (bacteriën) het vuil verder afbreken. We noemen dat **biologische zuivering**. In de **nabezinktank** zakken de laatste afvaldeeltjes naar de bodem (**nabezinking**). Daarna is het water schoon genoeg om op het oppervlaktewater te lozen. Het overgebleven vuil wordt **rioolslib** genoemd. Dit wordt gedroogd op een **slibdroogveld**. Daarna wordt het gestort of verbrand in een afvalverbrandingsoven. Soms wordt rioolslib omgezet in biogas.

Als er giftige stoffen op het riool worden geloosd kan dit de werking van een rioolwaterzuiveringsinstallatie ernstig verstoren en een bedreiging vormen voor de (drink)waterkwaliteit (zie afbeelding 83).

WB OPDRACHT 40 BLZ. 114

▼ Afb. 83

Giftig drugsafval geloosd op het riool

Drugsbendes lozen duizenden liters zeer giftig drugsafval rechtstreeks op het riool. Studies naar drugsresten in het rioolwater wijzen namelijk op onverklaarbare hoeveelheden amfetamine en MDMA – bestanddelen van xtc – in het rioolwater. MDMA kan na xtc-gebruik via urine in het rioolwater terechtkomen. Bij onderzoek van rioolwater in tientallen Europese steden, waaronder Eindhoven en Utrecht, zijn in 2010 en 2011 opvallend hoge concentraties gemeten. In Utrecht zat 20x zo veel en in Eindhoven 14x zo veel MDMA in het riool als bij ‘normaal’ xtc-gebruik via urine verwacht kon worden. De hoge concentraties zijn waarschijnlijk te verklaren door politie-invalen in drugslaboratoria. Onderzoekers hebben uitgerekend dat bijvoorbeeld in Eindhoven waarschijnlijk in één keer zo’n vijf kilogram xtc door de wc is gespoeld.



VERVUILING VAN DE BODEM

Door bodemvervuiling zijn op veel plaatsen giftige stoffen in de bodem terechtgekomen. Planten nemen via de wortels water met opgeloste stoffen op uit de bodem. Ze nemen niet alleen de stoffen op die ze nodig hebben voor hun groei, maar ook allerlei giftige stoffen. Zo komen de giftige stoffen in voedselketens terecht.

In Nederland is de bodem op ongeveer 175 000 plekken zo vuil dat deze moet worden schoongemaakt. De vervuiling is onder andere ontstaan doordat in het verleden afval van de chemische industrie op vuilnisplaatsen werd gestort. Een andere oorzaak van bodemverontreiniging is het verkeer. Vroeger was aan alle benzine lood toegevoegd, dat via uitlaatgassen in de wegbermen terecht kwam. Tegenwoordig komt er minder lood in de bodem doordat vrijwel alle auto's op loodvrije benzine rijden. Toch zit in de bodem langs autowegen in verhouding nog veel lood.

Regelmatig wordt ergens vervuilde grond schoongemaakt. Deze **bodemsanering** kost veel tijd en geld (zie afbeelding 84). Vaak wordt de grond afgegraven en chemisch gereinigd. Een goedkopere manier is biologische bodemsanering. Hierbij zetten bacteriën verontreinigingen om in onschadelijke stoffen.

WB OPDRACHT 41 BLZ. 115

▼ Afb. 84

Bodemsanering Chemie-Pack gaat vijf tot tien jaar duren

Bij een brand in het bedrijf Chemie-Pack in Moerdijk zijn in 2011 enorme hoeveelheden giftige stoffen vrijgekomen en in de bodem beland. De bodemsanering is van start gegaan en zal vijf tot tien jaar gaan duren. De kosten zijn geraamd op ongeveer € 40.000.000,-.



9 Maatregelen om het milieu te beschermen

De meeste mensen in Nederland zijn zich ervan bewust dat ze rekening moeten houden met het milieu. Om de aarde leefbaar te houden is het belangrijk om stil te staan bij de gevolgen van ons handelen voor de natuur en voor de toekomst.

DUURZAME ONTWIKKELING

In basisstof 2 heb je geleerd wat duurzame energie is. Duurzame energie is een onderdeel van duurzame ontwikkeling. Volgens de Verenigde Naties (VN) is **duurzame ontwikkeling** 'ontwikkeling die aansluit op de behoeften van het heden zonder het vermogen van toekomstige generaties om in hun eigen behoeften te voorzien in gevaar te brengen'. Duurzame ontwikkeling heeft te maken met alles wat mensen doen. Zo bestaan naast duurzame energie bijvoorbeeld ook duurzame landbouw, duurzame huisbouw en duurzaam ondernemen. Het doel van al deze vormen van duurzame ontwikkeling is om het milieu zo weinig mogelijk te belasten.

MAATREGELEN VAN DE OVERHEID

De landen van de Europese Unie stellen samen regels op waaraan de mensen, de industrie en de landbouw zich moeten houden.

Om de luchtkwaliteit te verbeteren is voor veel stoffen bepaald wat de maximale hoeveelheid is die in de lucht mag voorkomen. In basisstof 4 zijn enkele maatregelen genoemd die verzuring van het milieu tegengaan: auto's hebben katalysatoren gekregen, fabrieken hebben filters in hun schoorstenen aangebracht en boeren injecteren de mest in de grond. Om de hoeveelheid koolstofdioxide die in de lucht terechtkomt te verminderen, is het belangrijk dat minder energie wordt gebruikt. Dat kan bijvoorbeeld door huizen te isoleren en zuinige apparaten te gebruiken. Met behulp van energielabels kun je zien hoe zuinig een huis, apparaat of auto is (zie afbeelding 85).

26% van het energiegebruik in Nederland komt voor rekening van woningen en huishoudens (zie afbeelding 86). Door voorlichting te geven wil de overheid bevorderen dat iedereen zuiniger omgaat met energie (zie afbeelding 87).

▼ Afb. 85

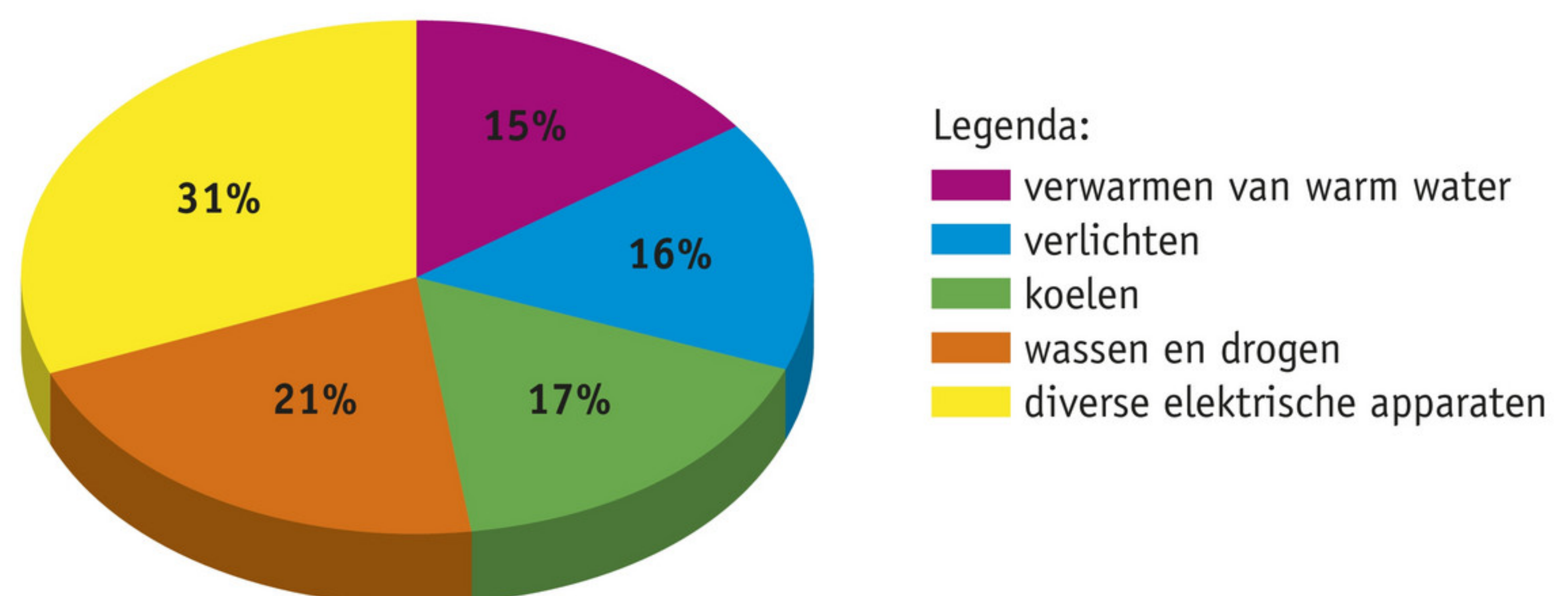


1 energielabel van een auto



2 energielabel van een huis

► Afb. 86 Energiegebruik door huishoudens.



▼ Afb. 87 Bewust omgaan met energie.



- 1 sommige mensen gebruiken de auto om overal naartoe te rijden



- 2 andere mensen fietsen of gaan met het openbaar vervoer

▼ Afb. 89



URBAN FARMING

Onderzoekers hebben berekend dat er in 2050 ongeveer negen miljard mensen op de aarde zijn. Om al deze mensen te kunnen voeden zal de voedselproductie moeten verdubbelen. Deze grote hoeveelheid voedsel kan niet worden verbouwd op de huidige land- en tuinbouwgrond. Om te voorkomen dat nog meer natuurgebieden worden vernietigd voor nieuwe land- en tuinbouwgrond wordt onderzoek gedaan naar urban farming. **Urban farming**, in het Nederlands **stadslandbouw**, is het verbouwen, bewerken en verkopen of verdelen van voedsel in een stedelijke omgeving. Urban farming vindt vaak plaats in gebouwen of op daken.

Een bijzondere vorm van urban farming is **vertical farming** (verticale landbouw). Dit is het stapelen van de gewassen in een gebouw binnen een stedelijke omgeving. Door meer gewassen boven elkaar te verbouwen is veel minder landbouwgrond nodig. Omdat het voedsel in de stad wordt verbouwd kan het ook direct in dezelfde stad worden verkocht.

Bij vertical farming kan een kweekruimte tot acht meter hoog zijn, waarbij op wel zeven lagen onder speciale led-lampen gewassen worden geteeld. Door daarnaast de temperatuur, de hoeveelheid koolstofdioxide en de luchtvochtigheid zo goed mogelijk te regelen kan de productie van gewassen sterk worden verhoogd (zie afbeelding 88).

▼ Afb. 88 Vertical farming in Singapore.



HOE MILIEUBEWUST BEN JE ZELF?

Hoe help jij mee om minder energie te verbruiken? Doe jij bijvoorbeeld het licht uit als je niet op je kamer bent? En koop je wel eens wat bij de kringloopwinkel (zie afbeelding 89)?

Help jij ook mee het milieu te beschermen door bijvoorbeeld minder water te gebruiken? Je kunt aan **waterbesparing** doen door minder lang te douchen of door op de wasmachine of vaatwasser waterbesparende programma's te gebruiken. Een andere manier om het milieu te beschermen is om minder water te verontreinigen. Dit kan door biologisch afbreekbare schoonmaakmiddelen te gebruiken in plaats van chemische producten.

WB OPDRACHT 42 EN 43 BLZ. 116

Samenvatting

DOELSTELLING 1

Je moet enkele manieren kunnen noemen waarop de mens afhankelijk is van het milieu.

- Het milieu levert voedsel.
- Het milieu levert zuurstof.
- Het milieu levert water.
- Het milieu levert energie.
- Het milieu levert grondstoffen.
- Het milieu biedt plaats voor recreatie.

DOELSTELLING 2

Je moet kunnen aangeven hoe de mens het milieu kan veranderen. Je moet de belangrijkste oorzaken en gevolgen van de milieuproblemen kunnen noemen. Ook moet je kunnen aangeven hoe de natuur in Nederland beschermd wordt.

- De mens kan het milieu veranderen door:
 - stoffen aan het milieu te onttrekken, dit leidt tot uitputting;
 - stoffen aan het milieu toe te voegen, dit leidt tot vervuiling.
- Oorzaken van de milieuproblemen.
 - De bevolkingstoename: er is steeds meer ruimte nodig voor woningen, vervoer en landbouw.
 - De veranderde manier van leven: er is nu veel (chemische) industrie, er zijn veel machines en apparaten en er is meer vervoer.
- Gevolgen van de milieuproblemen.
 - Door veel energieverbruik raken de energievoorraden uitgeput.
 - Door afvalstoffen wordt het milieu vervuild.
 - Doordat er steeds meer landbouwgrond komt, verdwijnen grote stukken natuur.
 - De biodiversiteit (de variatie aan soorten in de natuur) neemt af: veel dier- en plantensoorten zijn uitgestorven of worden met uitsterven bedreigd.
- Bescherming van het milieu.
 - Op een Rode lijst staat een overzicht van soorten die uit Nederland zijn verdwenen of die worden bedreigd.
 - De Flora- en faunawet beschermt planten en dieren door beschermingsmaatregelen of herintroductie van verdwenen planten en dieren.

DOELSTELLING 3

Je moet de belangrijkste energiebronnen kunnen noemen met hun voordelen en nadelen.

- Fossiele brandstoffen zijn miljoenen jaren geleden ontstaan uit resten van dode planten en dieren.
 - De energie in fossiele brandstoffen komt van de zon.
 - Bij de verbranding van fossiele brandstoffen komt energie vrij.
 - Aardgas, aardolie en steenkool zijn fossiele brandstoffen.
- Voordelen van fossiele brandstoffen.
 - Het winnen ervan is goedkoop.
 - Ze zijn gemakkelijk te verbruiken en te vervoeren.
- Nadelen van fossiele brandstoffen.
 - Bij de verbranding ontstaan koolstofdioxide en andere afvalstoffen.
 - Koolstofdioxide is een oorzaak van de opwarming van de aarde.
 - Fossiele brandstoffen raken op den duur op.
- Kernenergie komt vrij bij het splitsen van uranium-atoomkernen.
 - Kernenergie wordt gebruikt om elektriciteit op te wekken.
- Voordelen van kernenergie.
 - Er kan veel elektriciteit mee worden opgewekt.
 - Er ontstaat geen luchtverontreiniging.
 - Er ontstaat geen koolstofdioxide.
- Nadelen van kernenergie.
 - Er ontstaat radioactief afval.
 - Bij een ongeluk kan veel radioactieve straling vrijkomen.
- Duurzame energie.
 - Biomassa kan als brandstof worden gebruikt.
 - Uit planten kunnen biobrandstoffen worden gemaakt (bijv. alcohol, biodiesel).
 - Windenergie kan worden gebruikt door windmolens.
 - Zonne-energie kan worden gebruikt door zonneboilers en zonnepanelen.
 - Waterkracht kan worden gebruikt door een stuwdam te bouwen.
- Voordelen van duurzame energie.
 - De energiebronnen raken niet op.
 - De energiebronnen veroorzaken veel minder milieuvervuiling.
 - Bij de verbranding van biomassa en biobrandstoffen komt er geen extra koolstofdioxide in de lucht.
- Nadelen van duurzame energie.
 - Om gewassen voor biobrandstoffen te verbouwen is veel landbouwgrond nodig.
 - Er is niet altijd genoeg zon en wind om voldoende energie op te wekken.

- Sommige mensen vinden windmolens horizonvervuiling.
- Door de aanleg van een waterkrachtcentrale (met een stuwmeer) verandert het milieu sterk.
- Nederland is erg vlak, waardoor er maar weinig energie uit waterkracht kan worden opgewekt.

DOELSTELLING 4

Je moet kunnen beschrijven wat het broeikaseffect is en hoe het broeikaseffect wordt versterkt.

- Broeikaseffect: een deel van de warmte-uitstraling van de aarde wordt tegengehouden door gassen in de atmosfeer (dampkring).
 - Zonder dit broeikaseffect zou de temperatuur op aarde ruim 30 °C lager zijn.
 - De belangrijkste broeikasgassen zijn koolstofdioxide en waterdamp.
- Versterkt broeikaseffect: doordat er meer broeikasgassen aan de atmosfeer worden afgegeven, wordt het broeikaseffect groter.
 - Door toenemend energieverbruik worden steeds meer steenkool, aardolie, benzine en aardgas verbrand. Daardoor komt er steeds meer koolstofdioxide in de lucht.

DOELSTELLING 5

Je moet de oorzaak en de gevolgen van de klimaatverandering kunnen noemen.

- Klimaatverandering: verandering van het weertype gedurende een periode van meerdere jaren.
- Oorzaak van de klimaatverandering: het versterkte broeikaseffect, waardoor de temperatuur op aarde stijgt.
- Gevolgen van de klimaatverandering.
 - Stijging van de zeespiegel, doordat het zeewater uitzet door opwarming en doordat een deel van het poolijs en het ijs van gletsjers smelt. Hierdoor kunnen laaggelegen gebieden overstromen.
 - Door droogte zullen woestijnen groter worden.
 - In sommige gebieden wordt landbouw onmogelijk, terwijl andere gebieden juist geschikter worden voor de landbouw.
 - Bepaalde planten en dieren verdwijnen, terwijl andere soorten juist verschijnen.
 - Ontregeling van het jaarritme van soorten: sommige soorten verschijnen eerder in het jaar, andere soorten niet. Hierdoor kunnen voedselketens worden verstoord.
 - Sommige ziekten komen vaker voor, bijv. de ziekte van Lyme.

DOELSTELLING 6

Je moet kunnen beschrijven welke invloed ozon in de atmosfeer heeft op het leven op aarde. Ook moet je de oorzaken en gevolgen kunnen noemen van de aantasting van de ozonlaag en van zomersmog.

- De atmosfeer (dampkring) bestaat uit de troposfeer en de stratosfeer.
 - Troposfeer: de atmosfeer tot 12 km hoogte.
 - Stratosfeer: de atmosfeer van 12 km tot 50 km hoogte.
- Ozon is een gas dat uit zuurstof kan ontstaan.
 - Ozonlaag: een laag in de stratosfeer met veel ozon.
 - De ozonlaag houdt een groot deel van de schadelijke ultraviolette straling van het zonlicht tegen.
- Oorzaak van de aantasting van de ozonlaag: afgifte van cfk's (chloorfluorkoolwaterstoffen) aan de lucht.
 - Cfk's uit koелеlementen van oude koel- en vrieskasten.
 - Cfk's uit spuitbussen.
- Gevolg van aantasting van de ozonlaag.
 - Toename van huidkanker, doordat meer ultraviolette straling doordringt tot de aarde.
- Rook en uitlaatgassen kunnen smog en verzuring veroorzaken.
 - Smog is een soort mist die door rook en uitlaatgassen sterk vervuild is.
- Er wordt onderscheid gemaakt tussen zomersmog en wintersmog.
- Zomersmog is een met fijnstof, verzurende gassen en ozon vervuilde mist.
- Oorzaak van zomersmog.
 - Bij warm weer reageren verbrandingsproducten van fossiele brandstoffen onder invloed van zonlicht met elkaar, waarbij ozon ontstaat.
- Gevolgen van zomersmog.
 - Irritatie van de slijmvliezen van de luchtwegen.
 - De ozon in zomersmog versterkt het broeikaseffect.
- Wintersmog is een met fijnstof vervuilde mist.
- Oorzaak van wintersmog.
 - Bij koud weer worden huizen en gebouwen verwarmd door verbranding van fossiele brandstoffen, waarbij fijnstof ontstaat.
- Fijnstof bestaat uit in de lucht zwevende deeltjes van verschillende oorsprong en grootte.
- Bronnen van fijnstof.
 - De natuur.
 - Menselijke activiteiten (verkeer en industrie): uitlaatgassen, houtkachels, barbecues en vuurwerk.

- Gevolgen van fijnstof.
 - Fijnstof draagt bij aan het ontstaan van hart- en vaatziekten en longziekten.
De kleinste deeltjes zijn hierbij schadelijker, doordat ze dieper in de longen doordringen.
- Verzuuring van het milieu ontstaat door verbranding van fossiele brandstoffen.
 - Gevolg: planten kunnen ziek worden en dood gaan.
- Maatregelen om de lucht schoon te houden.
 - Auto's worden voorzien van katalysatoren, waardoor er minder verzurende gassen in de lucht komen.
 - Rookgassen van fabrieken worden gezuiverd, waardoor er minder fijnstof in de lucht komt.
 - In de pluimveehouderij wordt fijnstof uit de lucht gehaald door waterwassers.

DOELSTELLING 7

Je moet biologisch afbreekbaar en niet-biologisch afbreekbaar afval kunnen onderscheiden.

- Biologisch afbreekbaar afval: afval dat door reducenten (bacteriën en schimmels) kan worden afgebroken.
 - Afvalresten van planten, dieren of mensen.
 - Afval van producten gemaakt van delen van planten of dieren.
 - Voorbeelden: bladeren, uitwerpselen, fruitschillen, broodkorsten, papier.
- Niet-biologisch afbreekbaar afval: afval dat niet door reducenten kan worden afgebroken.
 - Afval van producten gemaakt van glas, metaal, steen of kunststoffen (bijvoorbeeld plastic, nylon of piepschuim).
 - Alleen de mens zorgt voor niet-biologisch afbreekbaar afval.
 - Voorbeelden: wijnflessen, batterijen, steenpuin, shampooflessen.

DOELSTELLING 8

Je moet manieren van gescheiden afvalinzameling en van afvalverwerking kunnen noemen.

- Gescheiden inzameling van afval maakt milieuvriendelijke verwerking mogelijk.
 - Groente-, fruit- en tuinafval in een gft-container.
 - Papier en karton in speciale afvalcontainers, papierbakken of bij verenigingen die het ophalen.
 - Glas, blik, plastic, kunststof flessen en textiel in speciale bakken of containers.
 - Klein chemisch afval (kca) bij de milieustraat of bij bedrijven.
- Gescheiden afval kan worden verbrand, gestort of gebruikt voor nuttige toepassingen.
 - Vormen van verwerking voor nuttige toepassingen zijn hergebruiken, recyclen en composteren.

- Recyclen: afvalproducten gebruiken als grondstoffen voor nieuwe producten (glas, papier, blik, plastic en andere kunststoffen).
 - Milieuvriendelijk door besparing van grondstoffen.
- Composteren: reducenten breken gft-afval af tot compost.
 - Compost wordt gebruikt als mest voor de tuin.
 - Milieuvriendelijk doordat voedingsstoffen uit gft-afval weer bij planten terechtkomen.
- Afvalverwerking door verbranden in verbrandingsovens.
 - Voordelen: kost weinig ruimte en er kan elektriciteit mee worden opgewekt.
- Afvalverwerking door storten op een vuilnisbelt.
 - Voordelen: gemakkelijk en goedkoop.
 - Nadelen: veroorzaakt stank en trekt ongedierte aan.

DOELSTELLING 9

Je moet kunnen aangeven wat landbouw is en de (intensieve) landbouw in Nederland kunnen beschrijven.

- Landbouw: de activiteiten waarbij het natuurlijke milieu wordt aangepast voor de productie van planten en dieren voor menselijk gebruik.
- Drie soorten landbouw: akkerbouw, veeteelt, tuinbouw.
- Gemengde of combinatiebedrijven: bedrijven met zowel akkerbouw als veeteelt.
- Voedingsgewassen: planten die in de landbouw en tuinbouw worden verbouwd.
- Landbouwhuisdieren: dieren die in de veeteelt worden gehouden.
- Graasbedrijf: bedrijf met koeien, schapen, geiten of paarden.
- Kenmerken van de akkerbouw.
 - Grote bedrijven met veel grond.
 - De voedingsgewassen worden verbouwd in monoculturen.
 - Monocultuur: een grote akker waarop maar één soort gewas wordt verbouwd.
- Voordelen van monoculturen.
 - Er kunnen grote machines worden gebruikt om de bodem te bewerken en te oogsten. Hierdoor kunnen de gewassen goedkoop worden verbouwd.
- Nadelen van monoculturen.
 - Er is veel kans op insectenplagen en op ziekten van de gewassen. Hiertegen worden chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt.
 - Chemische gewasbeschermingsmiddelen zijn giftige stoffen die schadelijke organismen doden.
 - De gewasbeschermingsmiddelen doden vaak ook nuttige organismen.
 - Het gevaar bestaat dat gewasbeschermingsmiddelen in het drinkwater terechtkomen.
 - De bodem raakt snel uitgeput. Daarom wordt er veel organische mest (afkomstig van organismen)

en kunstmest gebruikt. Kunstmest kan in ons drinkwater terechtkomen.

- Kenmerken van de intensieve veehouderij (bio-industrie).
 - Hokdierbedrijven met veel landbouwhuisdieren in hokken op weinig grond.
 - Veevoer wordt niet zelf verbouwd, maar gekocht (70% van de grondstoffen voor de productie van veevoer komt uit het buitenland).
- Voordelen van de bio-industrie.
 - De bedrijven leveren veel op (vlees, melk of eieren).
- Nadelen van de bio-industrie.
 - De dieren hebben vaak geen prettig leven.
 - Er is meestal een mestoverschot.
 - Gassen uit de mest zorgen voor verzuring van het milieu en voor versterking van het broeikaseffect.
- Kenmerken van de tuinbouw.
 - Veel tuinbouw vindt plaats in kassen (glastuinbouw) in plaats van in de open grond.
 - In de kassen zijn gunstige omstandigheden: de gewassen krijgen precies genoeg water, voedingsstoffen, warmte en licht.
- Voordelen van de glastuinbouw.
 - De gewassen brengen zo veel mogelijk op.
 - Gewassen kunnen het hele jaar door worden verbouwd.
- Nadelen van de glastuinbouw.
 - Producten verbouwen kost veel energie.
 - De koolstofdioxide die ontstaat bij de verbranding van aardgas zorgt voor versterking van het broeikas-effect.

DOELSTELLING 10

Je moet voor- en nadelen van visserij en visteelt kunnen beschrijven en kunnen aangeven welk voordeel het eten van insecten heeft.

- Visserij: visvangst op open water (zee, meer of rivier).
 - Bijvangst: het onbedoeld vangen van vis. Bijvangst wordt vaak overboord gegooid. De vissen kunnen gewond of gedood worden.
- Overbevissing: door betere vangstechnieken te veel vis vangen in een bepaald gebied.
 - Vangstquotum: de hoeveelheid vis van een bepaalde soort die een land mag vangen.
- Visteelt: kweken van vis in speciale bakken of kooien.
- Voordelen van insecten eten:
 - er is voor het kweken veel minder (landbouw)grond nodig;
 - er is minder voer nodig dan bij de gangbare veeteelt (minder mest);
 - er komt minder koolstofdioxide vrij.

DOELSTELLING 11

Je moet de biologische landbouw kunnen beschrijven en de voordelen en nadelen ervan kunnen noemen.

- Kenmerken van de biologische landbouw.
 - Er zijn geen monoculturen.
 - Er wordt geen kunstmest gebruikt.
 - Er worden geen chemische gewasbeschermingsmiddelen gebruikt (groenten en fruit zijn onbespoten).
 - Ziekten door bodemorganismen worden tegengegaan door vruchtwisseling: er wordt nooit twee jaar achter elkaar hetzelfde gewas op een bepaald stuk grond verbouwd.
 - De dieren hebben ruimte om los te lopen (scharrelkippen en scharrelvarkens).
- Voordelen van de biologische landbouw.
 - Er wordt rekening gehouden met het milieu.
 - De dieren hebben een beter leven.
- Nadeel van de biologische landbouw.
 - De producten zijn meestal iets duurder.

DOELSTELLING 12

Je moet de kenmerken van chemische en biologische gewasbescherming kunnen noemen.

- Chemische gewasbescherming.
 - Door biociden: gewasbeschermingsmiddelen die organismen doden.
- Voordelen van chemische gewasbescherming.
 - Snel effect (ziekten en plagen kunnen goed worden bestreden).
- Nadelen van chemische gewasbescherming.
 - Veel biociden zijn niet selectief: ze doden veel soorten organismen, ook onschadelijke en nuttige soorten.
 - Er treedt resistentie op: organismen die ongevoelig zijn voor een gewasbeschermingsmiddel (of voor de gebruikte hoeveelheid) blijven in leven en planten zich voort.
 - Er treedt accumulatie op: in voedselketens hopen de biociden zich op, doordat ze niet of zeer langzaam biologisch worden afgebroken. Vooral in dieren die aan het eind van een voedselketen staan, hopen de gewasbeschermingsmiddelen zich op.
- Biologische gewasbescherming.
 - Door gebruik van natuurlijke vijanden: bijv. de bestrijding van witte vliegen met sluipwespen.
 - Door lokken met geuren (bijv. sekslokstoffen) of geluiden; de gelokte dieren worden gedood of onvruchtbaar gemaakt.
 - Door vruchtwisseling.

EXTRA DOELSTELLING 13

Je moet oorzaken en gevolgen van de vervuiling van water en bodem kunnen noemen.

- De vervuiling van water in rivieren, zeeën en meren wordt veroorzaakt door huishoudens, fabrieken, land- en tuinbouw en scheepvaart.
 - Huishoudelijk afvalwater bevat onder andere ontlasting, urine, wc-papier en schoonmaakmiddelen.
 - Grijs water is licht verontreinigd huishoudelijk afvalwater en afkomstig van douche, wasmachine en keuken.
 - Grijs water kan worden gebruikt om het toilet door te spoelen.
 - Afvalwater van fabrieken kan zware metalen bevatten.
 - Afvalwater van land- en tuinbouw kan chemische gewasbeschermingsmiddelen en kunstmest bevatten.
- Rioolwater bestaat uit regenwater en huishoudelijk afvalwater en wordt gezuiverd in rioolwaterzuiveringsinstallaties.
 - De zuivering bestaat uit achtereenvolgens voorbezinken, beluchten (om reductanten beter hun werk te kunnen laten doen) en nabezinken.
- De vervuiling van de bodem wordt veroorzaakt door menselijk gedrag, de industrie, verkeer en de landbouw.
 - Bodemsanering: het schoonmaken van de bodem.
 - Biologische bodemsanering: bacteriën zetten verontreinigingen in de grond om in onschadelijke stoffen. Dit is een goedkope manier.

EXTRA DOELSTELLING 14

Je moet maatregelen om het milieu te beschermen kunnen noemen. Ook moet je kunnen aangeven wat urban farming en vertical farming zijn.

- De overheid neemt maatregelen om het milieu te beschermen.
 - Katalysatoren in de motoren van auto's verminderen de luchtvervuiling.
 - Filters in fabrieksschoorstenen verminderen de uitstoot van schadelijke gassen.
 - Stimuleren van het gebruik van een mestinjector.
 - Stimuleren van zuinig omgaan met energie.
 - Geven van voorlichting.
- Duurzame ontwikkeling: het milieu zo weinig mogelijk belasten, waardoor in de toekomst mensen ook in hun behoeften kunnen voorzien.

- Urban farming: stadslandbouw.
 - Het verbouwen, bewerken en verkopen of verdelen van voedsel in een stedelijke omgeving.
 - Door urban farming is veel minder landbouwgrond nodig.
 - Door urban farming zijn er minder transportkosten. De producten worden dichtbij verbouwd.
- Vertical farming: verticale landbouw.
 - Het verbouwen van gewassen boven elkaar.

COMPETENTIES/VAARDIGHEDEN

BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het aflezen en/of het maken van diagrammen, staafdiagrammen en cirkeldiagrammen.
- Je hebt geoefend in het vinden van informatie in artikelen en afbeeldingen.
- Je hebt geoefend in het uitvoeren van een onderzoek.

EXTRA BASISSTOF

- Je hebt geoefend in het halen van informatie uit artikelen en afbeeldingen.

Over deze competenties/vaardigheden zijn geen vragen opgenomen in de diagnostische toets.

Je hebt in dit thema kennisgemaakt met een toxicoloog. Ook heb je kennisgemaakt met toepassingen in de wetenschap en de dagelijkse praktijk die te maken hebben met dit thema.

Diagnostische toets

Met behulp van deze toets kun je zelf controleren of je 'kent en kunt' wat in de samenvatting staat. Noteer de antwoorden op het scoreblad in je werkboek.

DOELSTELLING 1

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Sophie zegt dat de mens voor grondstoffen afhankelijk is van het milieu.
Annemijn zegt dat het milieu belangrijk is als plaats voor recreatie.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 A Beiden hebben gelijk.
 B Alleen Sophie heeft gelijk.
 C Alleen Annemijn heeft gelijk.
 D Sophie en Annemijn hebben geen van beiden gelijk.
- 2 Hierna staan drie manieren waarop de mens afhankelijk is van het milieu.
 - 1 Het milieu levert voedsel.
 - 2 Het milieu levert water.
 - 3 Het milieu levert zuurstof.
 Bij welke van deze manieren speelt fotosynthese een directe rol?
 A Alleen bij 1 en 2.
 B Alleen bij 1 en 3.
 C Alleen bij 2 en 3.
 D Bij 1, 2 en 3.

DOELSTELLING 2

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De milieuproblemen hebben als enige oorzaak de groei van de chemische industrie.
- 2 De enorme bevolkingstoename heeft bijgedragen aan het ontstaan van milieuproblemen.
- 3 In afbeelding 90 is een belangrijk milieuprobleem weergegeven.
- 4 Doordat er steeds meer landbouwgrond komt, is veel natuur verdwenen.
- 5 In de afgelopen honderd jaar is de biodiversiteit in Nederland toegenomen.
- 6 Op de Rode lijst staat een overzicht van verdwenen of bedreigde soorten.
- 7 Biodiversiteit neem toe door stoffen aan het milieu toe te voegen.

▼ Afb. 90



- 8 In de Flora- en faunawet staan beschermingsmaatregelen.
- 9 De wolf is via een herintroductieprogramma weer terug in Nederland (zie afbeelding 91).

▼ Afb. 91



DOELSTELLING 3

- 1 In het artikel in afbeelding 92 staat dat CH Energy fossiele brandstoffen gaat maken uit bijvoorbeeld oud frituurvet. Leg uit dat dit onjuist is.

▼ Afb. 92

Bedrijf maakt benzine uit oud frituurvet

Het bedrijf CH Energy gaat in Wijster fossiele brandstoffen zoals benzine, kerosine en diesel maken uit bijvoorbeeld oud frituurvet. Later wordt het wellicht ook mogelijk autobanden en plastics als grondstof te gebruiken.

- 2 In afbeelding 93 staat een artikel over biobrandstof. Wat is het grote nadeel van de eerste generatie biobrandstoffen?
- 3 Waardoor concurreert de tweede generatie biobrandstoffen niet met voedsel?
- 4 Waarvan is de energie in biobrandstof uiteindelijk afkomstig?
- 5 Via welk proces is deze energie in planten terechtgekomen?
- 6 Bij de verbranding van biobrandstof komt ook koolstofdioxide vrij. Waardoor dragen biobrandstoffen toch niet bij aan de opwarming van de aarde?

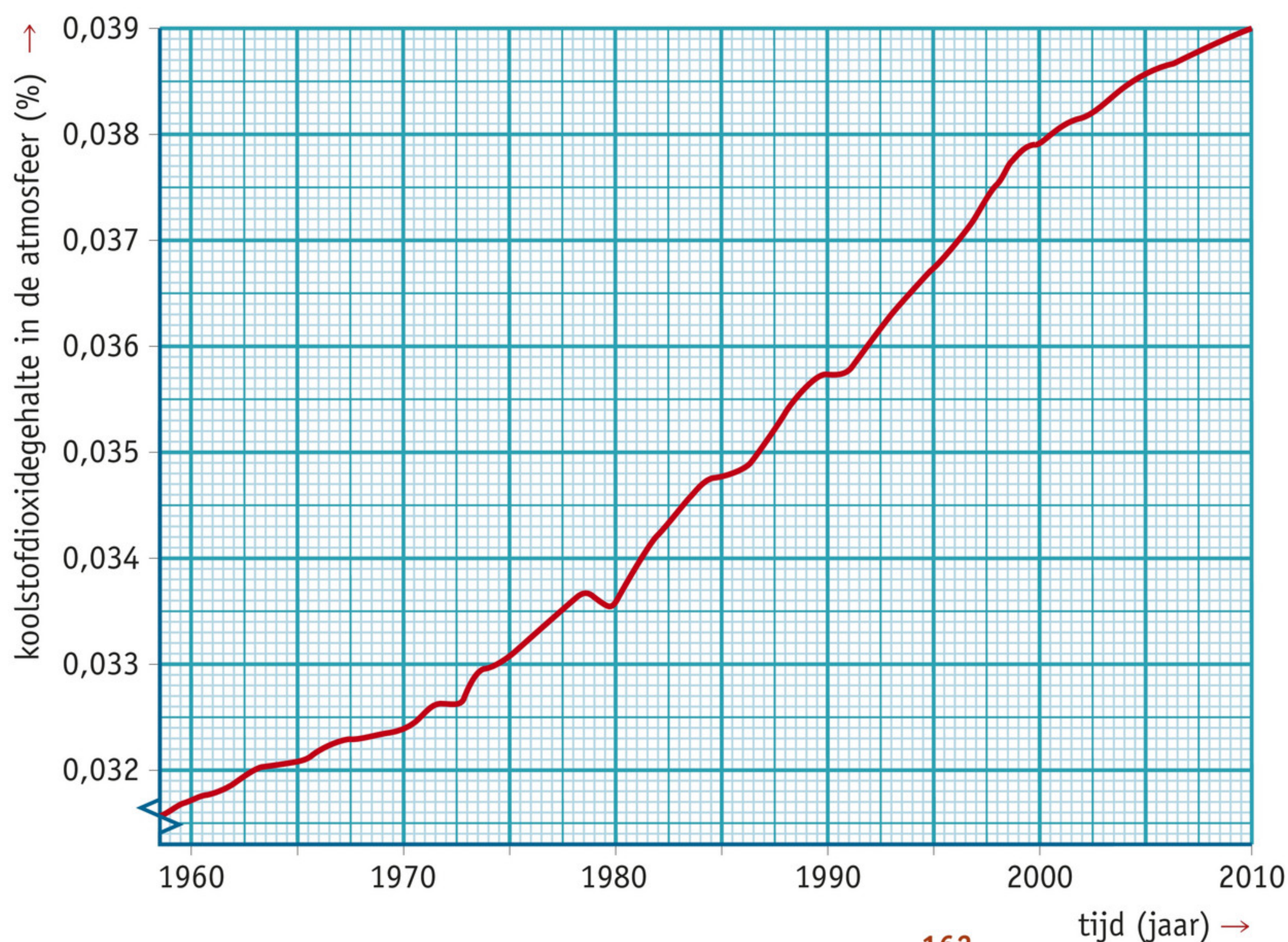
▼ Afb. 93

Biobrandstof

Planten maken allerlei stoffen die na bewerking in de brandstoftank van een auto kunnen worden gestopt. Bij de eerste generatie biobrandstoffen voegt Brazilië bijvoorbeeld alcohol uit suikerriet aan de benzine toe, de Verenigde Staten alcohol uit mais en Zweden alcohol uit graan.

Tegenwoordig gebruikt men ook de tweede generatie biobrandstoffen. Daarbij worden niet alleen suikerachtige bestanddelen van planten in alcohol omgezet, maar ook houtachtige.

▼ Afb. 94 Verandering van het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer.



DOELSTELLING 4

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Wat is het broeikaseffect?
- 2 In het diagram van afbeelding 94 is de verandering van het koolstofdioxidegehalte in de atmosfeer weergegeven voor de periode 1959–2010. Heeft alleen deze verandering in koolstofdioxidegehalte geleid tot het versterkte broeikaseffect? Leg je antwoord uit.
- 3 In afbeelding 95 staat een krantenartikel over bosbranden in Indonesië. Zorgen deze bosbranden voor een afname of voor een toename van het broeikaseffect?
- 4 Waardoor is de kwaliteit van de lucht gedaald tot het niveau 'ongezond'?

▼ Afb. 95

Bedrijven Indonesië verdacht om bosbranden

In Indonesië worden acht plantagebedrijven verdacht van illegale ontbossing door brandstichting om land beschikbaar te maken voor de palmolie-industrie. De branden, die al enkele dagen duren, veroorzaken een enorme luchtvervuiling in de buurlanden Singapore en Maleisië. Daar is de kwaliteit van de lucht gedaald tot het niveau 'ongezond'.

DOELSTELLING 5

Beantwoord de volgende vragen.

- 1 Afbeelding 96 is een artikel over de wespenspin. Uit dit artikel blijkt dat deze spin steeds verder naar het noorden oprukt.
Volgens sommige mensen is dat een gevolg van de klimaatverandering. Leg dit uit.

▼ Afb. 96

Wespenspin

Een van de soorten in Europa die zich naar het noorden uitbreidt, is de wespenspin of tijgerspin. Deze spin is in 1980 voor het eerst aangetroffen aan de Gulp in Zuid-Limburg. Sinds die tijd rukt hij steeds verder naar het noorden op. Op dit moment komt de spin vooral voor in Limburg, Oost-Brabant en Gelderland, maar uit alle andere provincies zijn inmiddels ook enkele waarnemingen bekend.



Uit een enquête onder huisartsen bleek dat in 1994 33 000 mensen hun huisarts bezochten vanwege een tekenbeet. 6500 van hen hadden de rode plek die kenmerkend is voor de eerste fase van de ziekte van Lyme.

In 2009 werd deze enquête herhaald en bleek dat 93 000 mensen hun huisarts hadden bezocht en dat 22 000 van hen de rode plek hadden.

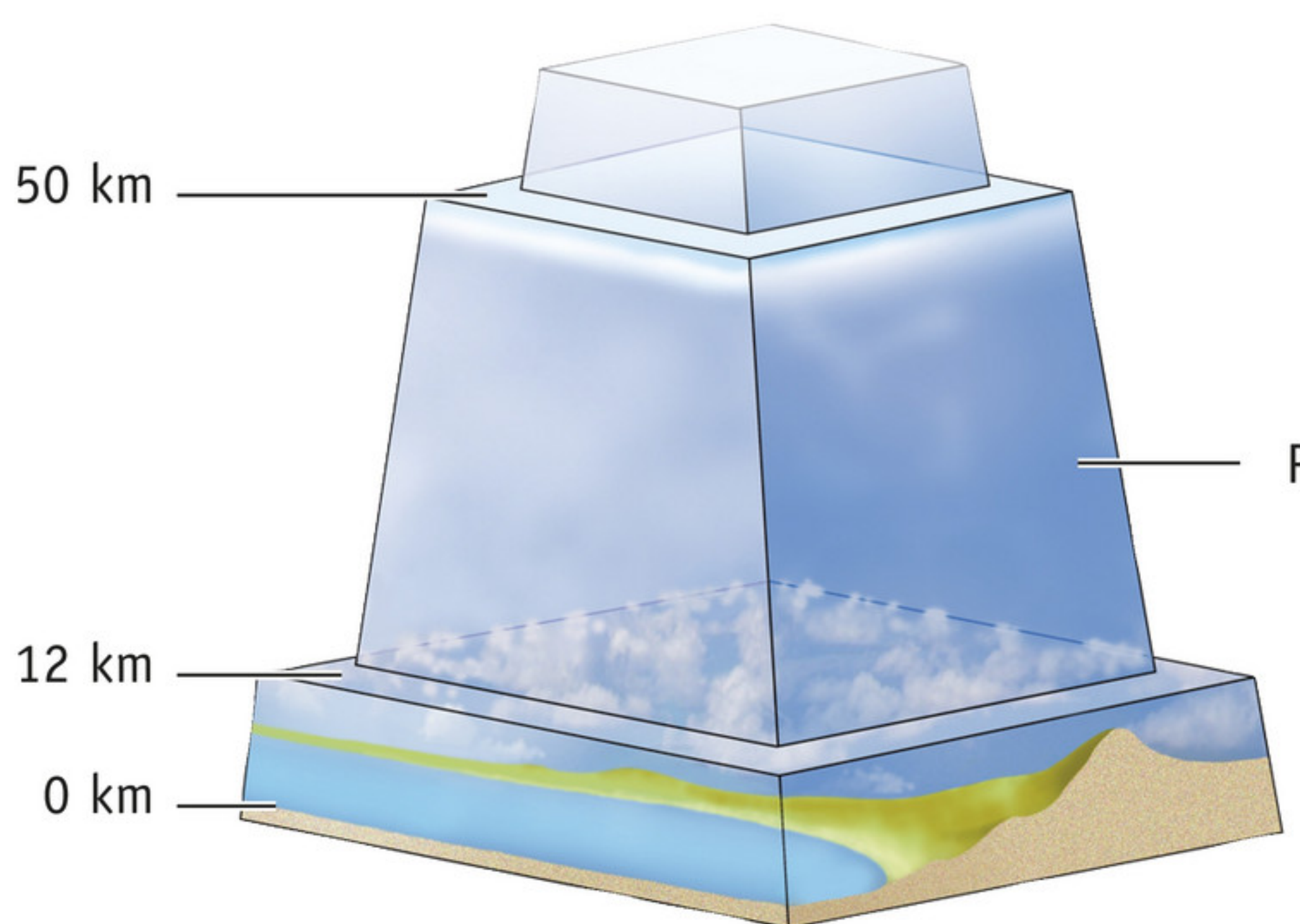
- 2 Bereken de kans op infectie bij een tekenbeet in 1994 volgens deze enquête, afgerond op een heel procent.
- 3 Bereken de kans op infectie bij een tekenbeet in 2009 volgens deze enquête, afgerond op een heel procent.
- 4 Is de kans op de ziekte van Lyme na een tekenbeet door de jaren heen toegenomen of afgenomen?

DOELSTELLING 6

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 In afbeelding 97 is de atmosfeer schematisch weergegeven.
Is met P de troposfeer of de stratosfeer aangeven?
Komt bij P ozon voor?
 - A Met P is de stratosfeer aangegeven; daar komt ozon voor.
 - B Met P is de stratosfeer aangegeven; daar komt geen ozon voor.
 - C Met P is de troposfeer aangegeven; daar komt ozon voor.
 - D Met P is de troposfeer aangegeven; daar komt geen ozon voor.

▼ Afb. 97



- 2 Uit welk gas ontstaat ozon in de ozonlaag?
 - A Uit ammoniak.
 - B Uit koolstofdioxide.
 - C Uit waterdamp.
 - D Uit zuurstof.
- 3 Twee leerlingen doen een uitspraak over ozon.
Ondel zegt dat aantasting van de ozonlaag de kans op huidkanker vergroot.
Willem zegt dat de ozon in zomersmog het broeikaseffect versterkt.
Wie heeft (hebben) gelijk?
 - A Ondel en Willem hebben geen van beiden gelijk.
 - B Alleen Ondel heeft gelijk.
 - C Alleen Willem heeft gelijk.
 - D Beiden hebben gelijk.

- 4 Bij welke weersomstandigheden is de kans op smog het grootst?
- A Bij koud weer.
 - B Bij regenachtig weer.
 - C Bij windstil weer.
 - D Bij stormachtig weer.
- 5 Welke maatregelen van de overheid hebben bijgedragen aan een schonere lucht?
- A Katalysatoren in uitlaten van auto's en het afzuigen van schoorstenen.
 - B Katalysatoren in uitlaten van auto's en filters in fabrieksschoorstenen.
 - C Katalysatoren in uitlaten van auto's en filters in de pluimveehouderij.
 - D Katalysatoren in uitlaten van auto's en het wassen van de lucht in schoorstenen.

DOELSTELLING 7

Op het scoreblad staat een schema met twee soorten afval. Beantwoord de volgende vragen door een kruisje te zetten in de juiste kolom.

- 1 Welk afval kan door bacteriën en schimmels worden afgebroken?
- 2 Welk afval is alleen van de mens afkomstig?
- 3 Tot welk soort afval behoort een autowrak?
- 4 Tot welk soort afval behoort een hondendrol?
- 5 Tot welk soort afval behoort een afgevalen boomtak?
- 6 Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 98?
- 7 Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 99?
- 8 Tot welk soort afval behoort het afval van afbeelding 100?

▼ Afb. 98



▼ Afb. 99



▼ Afb. 100



DOELSTELLING 8

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 De bakken van afbeelding 101 dienen voor gescheiden afvalinzameling.
- 2 Het afval van afbeelding 102 hoort in de gft-container.
- 3 Het afval van afbeelding 103 kun je inleveren bij de milieustraat.
- 4 Bij de recycling van glas spelen reducenten een belangrijke rol.
- 5 Een gemakkelijke en goedkope manier van afvalverwerking is het afval storten op een vuilnisbelt.
- 6 Door afval te composteren kan elektriciteit worden opgewekt.
- 7 Door afval te verbranden in verbrandingsovens ontstaan verbrandingsproducten die kunnen worden gebruikt als mest voor de tuin.

▼ Afb. 101



▼ Afb. 102



► Afb. 103



DOELSTELLING 9

Noteer of de volgende beweringen juist zijn of onjuist.

- 1 In afbeelding 104 is een voorbeeld van een monocultuur te zien.

▼ Afb. 104



- 2 Monoculturen verkleinen de kans op insectenplagen.
- 3 Op grote akkerbouwbedrijven wordt voornamelijk stalmest gebruikt om het land te bemesten.
- 4 Bemesten van landbouwgrond met kunstmest kan leiden tot watervervuiling.
- 5 Door de bio-industrie is de voedselproductie in Nederland verhoogd.
- 6 In de intensieve veehouderij wordt een groot deel van de grond gebruikt om veevoer te verbouwen.
- 7 Afbeelding 105 geeft weer op welke manier kippen in de bio-industrie worden gehouden.

▼ Afb. 105



- 8 Door de glastuinbouw kunnen we veel groenten het hele jaar door kopen.
- 9 Het telen van kasgroenten kost minder energie dan het telen van groenten in de open grond.
- 10 Door de felle lampen in kassen groeien de gewassen goed (zie afbeelding 106).

▼ Afb. 106



- 11 Hokdierbedrijven vind je weinig in de bio-industrie.
- 12 Chemische gewasbeschermingsmiddelen doden alleen de schadelijke insecten.
- 13 In de bio-industrie is er meestal geen mestoverschot.
- 14 Een voordeel van de glastuinbouw is dat er meer koolstofdioxide vrijkomt.

DOELSTELLING 10

- 1 Waar komt bijvangst voor, in de visserij of in de visteelt? Leg je antwoord uit.
- 2 Wat is de belangrijkste oorzaak van overbevissing? Leg je antwoord uit.
- 3 Wat is een belangrijke vangstbeperkende maatregel? Leg ook uit wat die maatregel inhoudt.
- 4 In afbeelding 107 staat een artikel over de yellowtail kingfish. Waardoor is deze vis geschikt voor de kweek?
- 5 Leg uit waarom het kweken van de yellowtail kingfish duurzaam is.
- 6 Insecten zijn een goede bron van eiwit. Geef nog drie andere voordelen van insecten eten.

▼ Afb. 107

Ideale kweekvis

De yellowtail kingfish lijkt op tonijn en zwaardvis en blijkt ideaal voor de kweek: hij is sterk, stressbestendig en groeit snel. De zoutwatervis leeft bovendien in scholen en is eraan gewend om met veel vissen in een kleine ruimte te leven.

Onder leiding van de Wageningen Universiteit wordt bekeken hoe de vis in Nederland duurzaam gekweekt kan worden. Dát de vis in Nederland wordt gekweekt is al een hele verduurzaming. Nu wordt de vis nog geïmporteerd uit Australië, met alle gevolgen voor het milieu van dien.



DOELSTELLING 11

Beantwoord de volgende vragen,

- 1 Leg uit wat vruchtwisseling is.
- 2 Leg uit waarom biologisch vlees meestal iets duurder is dan gewoon vlees (zie afbeelding 108).

▼ Afb. 108



▼ Afb. 109

Zesjarige vruchtwisseling

Het is verstandig om een zesjarig plan aan te houden. Voordeel hiervan is dat de kans op bepaalde ziektes sterk verminderd is. Vierjarige vruchtwisseling is vaak net te weinig. In de afbeelding staat een schematische weergave van de juiste opvolging.

jaar 1:

knolgewassen
(wortel, ui)

jaar 4:

nachtschadegewassen
(aardappel, tomaat)

jaar 2:

vruchtgewassen
(komkommer, courgette)

jaar 5:

vlinderbloemige gewassen
(erwten en tuinbonen)

jaar 3:

bladgewassen
(sla, spinazie)

jaar 6:

kruisbloemige gewassen
(kool, radijs, rucola)

- 3 In een krantenartikel staat over biologische bloembollen: *'Een aantal tuinders is overgestapt op biologische teelt van bloembollen. Het assortiment bestaat uit zo'n vijftig verschillende soorten hyacinten, krokussen, lelies, narcissen en tulpen'*. Wat voor gewasbeschermingsmiddelen gebruiken deze tuinders voor hun bloemen?
- 4 In afbeelding 109 staat een artikel over vruchtwisseling. Leg uit waarom een vierjarige vruchtwisseling minder goed is dan een zesjarige vruchtwisseling.
- 5 Waarom worden er in het vruchtwisselingschema niet alleen verschillende soorten, maar ook verschillende typen gewassen, zoals vruchtgewassen en bladgewassen, afgewisseld?

DOELSTELLING 12

Beantwoord de volgende meerkeuzevragen.

- 1 Enkele kenmerken van biociden zijn:
 - 1 ze hebben een snel effect;
 - 2 ze zijn niet selectief;
 - 3 er treedt accumulatie op.
 Welk(e) van deze kenmerken behoort (behoren) tot de voordelen van chemische gewasbescherming bij een insectenplaag?
 - A Alleen kenmerk 1.
 - B Alleen de kenmerken 1 en 2.
 - C Alleen de kenmerken 2 en 3.
 - D De kenmerken 1, 2 en 3.
- 2 Nonnetjes zijn vlinders die voorkomen in de Nederlandse bossen (zie afbeelding 110). De larven van deze vlinders eten uitsluitend de naalden van bomen. Soms is de plaag zo groot dat de bomen kaal worden. De plaag wordt bestreden door sluipwespen in zo'n bos te verspreiden. Sluipwespen leggen eieren in de larven van nonnetjes. De sluipwesplarven die uit deze eieren komen, eten de larven van de nonnetjes van binnenuit op. Door de bestrijding met sluipwespen is het aantal nonnetjesvlinders na een aantal weken sterk afgenomen. Is dit een voorbeeld van biologische of van chemische gewasbescherming? Zal het aantal sluipwespen in de eerste weken afnemen of toenemen?

methode	Aantal sluipwespen zal
A biologische gewasbescherming	afnemen.
B biologische gewasbescherming	toenemen.
C chemische gewasbescherming	afnemen.
D chemische gewasbescherming	toenemen.

▼ Afb. 110



- 3 Een bepaald voedingsgewas wordt aangetast door een schimmel waardoor de voedselproductie minder wordt. Om de schimmel te bestrijden wordt een chemisch middel gebruikt. Na enkele jaren treedt resistentie op. Twee leerlingen doen hierover een uitspraak. Volgens Issam betekent resistentie dat het voedingsgewas ongevoelig is voor het chemische gewasbeschermingsmiddel. Volgens Paola betekent resistentie dat de schimmel ongevoelig is voor het chemische gewasbeschermingsmiddel. Wie heeft (hebben) gelijk?
- A Geen van beiden heeft gelijk.
B Alleen Issam heeft gelijk.
C Alleen Paola heeft gelijk.
D Issam en Paola hebben beiden gelijk.
- 4 In een bepaald gebied hadden aardappelplanten last van een plaag van coloradokevers (zie afbeelding 111). De kevers werden bestreden met een chemisch gewasbeschermingsmiddel. Dit gewasbeschermingsmiddel kan niet door organismen worden afgebroken. Een bioloog vergeleek 100 g biomassa van aardappelplanten, coloradokevers, insectenetende vogels en roofvogels.

In welk van deze organismen zal zij de grootste hoeveelheid van dit gewasbeschermingsmiddel aantreffen?

- A In de aardappelplanten.
B In de coloradokevers.
C In de insectenetende vogels.
D In de roofvogels.

▼ Afb. 111

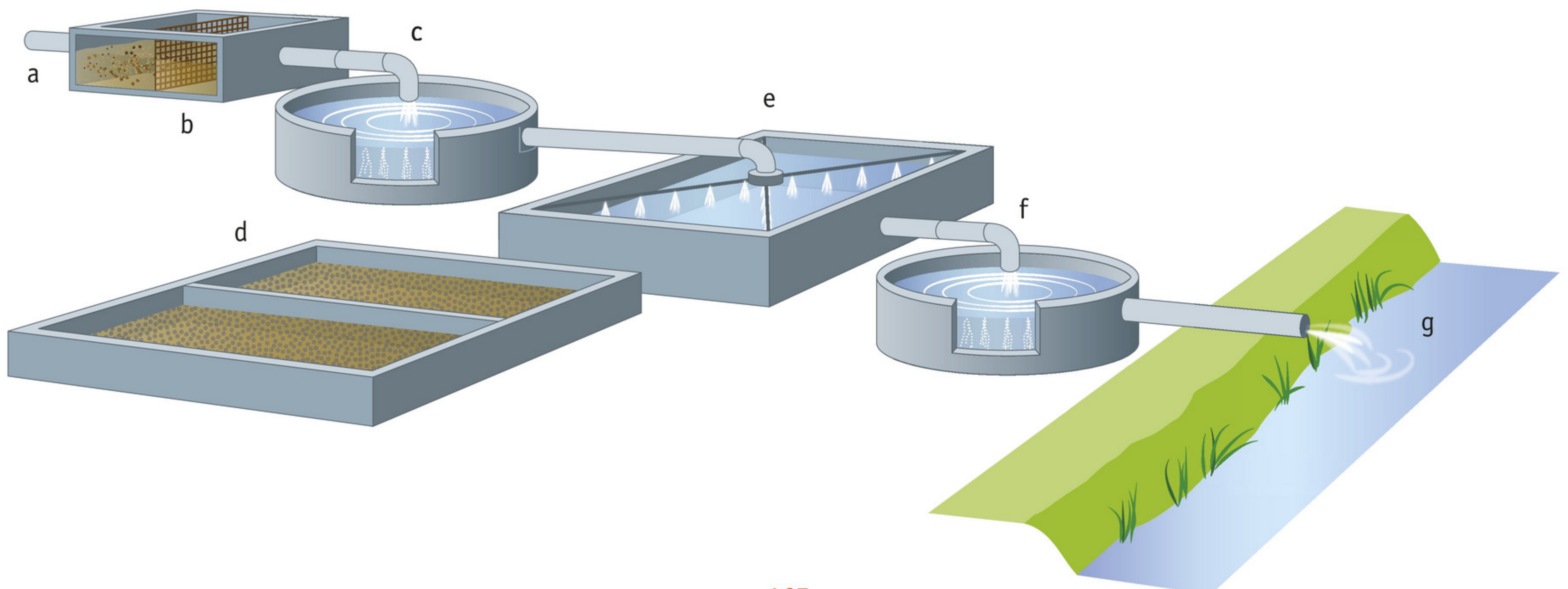


EXTRA DOELSTELLING 13

Beantwoord de volgende vragen.

- Anton zegt dat grijs water afkomstig is van onder andere de wasmachine. Carina zegt dat de grijs water afkomstig is van de douche. Wie heeft (hebben) gelijk?
- Judith heeft haar fiets geschilderd en maakt de kwasten schoon met terpentine. Zij wil de terpentine wegspoelen in het riool. Haar vriendin Pien houdt haar tegen en zegt: 'Niet doen, terpentine komt uiteindelijk in het milieu terecht!' Judith zegt: 'Wat maak dat nou uit? De rioolwaterzuiveringsinstallatie haalt dit toch wel weer uit het water.' Wie heeft gelijk? Leg je antwoord uit.
- Waarom wordt er in de beluchtingstank steeds lucht door het afvalwater geblazen?

▼ Afb. 112 Rioolwaterzuiveringsinstallatie.



- 4 In welk deel (delen) van de rioolwaterzuiveringsinstallatie van afbeelding 112 zijn bacteriën actief? Noteer zowel de naam als het nummer.
- 5 De alchemist Paracelsus (1493–1541) zei: ‘Gif bestaat niet, het is slechts de dosis die bepaalt of iets giftig is of niet. Een beetje gif is gezond.’
Zijn uitspraak lijkt ook op te gaan voor vervuiling. Te schoon is ook niet goed. Althans, dat stellen Nederlandse vissers. Ze mopperen dat het IJsselmeer zo grondig is gereinigd dat er nauwelijks nog vissen in zitten.
Waardoor is een beetje vervuiling van het water gunstig voor het aantal vissen?
- 6 Noteer vier belangrijke veroorzakers van vervuiling van de bodem.
- 7 Wat wordt bedoeld met biologische bodemsanering?

EXTRA DOELSTELLING 14

Noteer of de volgende uitspraken juist of onjuist zijn.

- 1 Urban farming is een voorbeeld van duurzame ontwikkeling.
- 2 Een milieumaatregel van de overheid is mest filteren voordat deze in de bodem wordt gebracht.
- 3 Auto's zijn milieuvriendelijker geworden door het gebruik van katalysatoren.
- 4 In afbeelding 113 is een voorbeeld van urban farming te zien.
- 5 Bij vertical farming kunnen er vooral gewassen op een grote oppervlakte landbouwgrond worden gehouden.
- 6 Een voordeel van urban farming is de grote biodiversiteit aan gewassen.

▼ Afb. 113



De verrijkingstof kun je doen als je tijd over hebt. Je kunt kiezen uit verschillende onderdelen. In dit thema bestaat de verrijkingstof uit drie onderdelen. De opdrachten hierbij maak je in je werkboek.

1 Zwerfafval

Zwerfafval is afval dat zomaar buiten wordt weggegooid. Ook in en rondom jouw school tref je zwerfafval aan, soms wat meer, soms wat minder. Stichting Nederland Schoon heeft een meetmethode gemaakt waarmee je de mate van vervuiling met zwerfafval een cijfer kunt geven.

In deze verrijkingstof ga je de mate van vervuiling in en rondom je school een cijfer geven. Ook ga je een deel van het afval opruimen. Je moet bij deze verrijkingstof in tweetallen werken.

▼ **Afb. 114** Zwerfafval.



Zwerfafval kan bestaan uit drankblikjes, drankflesjes, kranten, sigarettenpeuken, kauwgomresten, bananenschillen enzovoort (zie afbeelding 114). In afbeelding 115 is de gemiddelde samenstelling van het zwerfafval in Nederland weergegeven. Veel mensen ergeren zich aan afval op straat. Toch blijken we er met z'n allen een enorme troep van te maken (zie afbeelding 116).

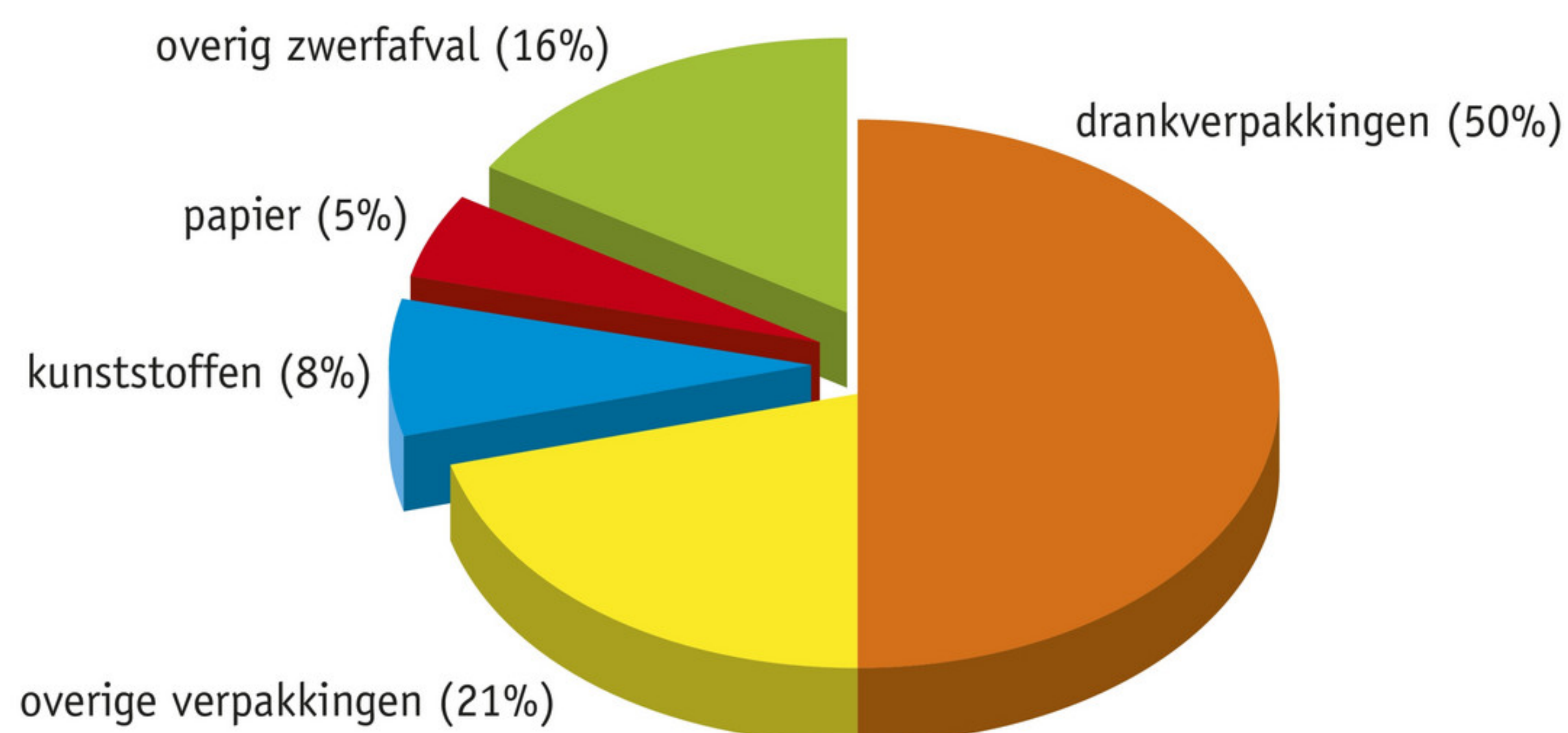
Uit onderzoek blijkt dat veel mensen vooral uit gemakzucht zwerfafval veroorzaken (zie afbeelding 117). Veel mensen vinden het onhandig om een papiertje of een leeg blikje een tijdje vast te houden, dus wordt het maar gedumpt. Er ligt toch al afval, dus waarom zou je het zelf ook niet doen?

Het gekke is dat ook heel veel mensen vinden dat er hoge geldboetes moeten worden gegeven voor het gooien van afval op straat (zie afbeelding 118).

Gebrek aan kennis is een andere reden voor het dumpen van afval. Veel mensen denken dat fruitschillen, peuken en kauwgom het milieu niet schaden. Deze producten zijn immers biologisch afbreekbaar. Ze realiseren zich niet dat het vaak jaren duurt voordat deze producten zijn afgebroken (zie afbeelding 119).

WB OPDRACHT 1 BLZ. 121

► **Afb. 115** Het volume van zwerfafval in Nederland.



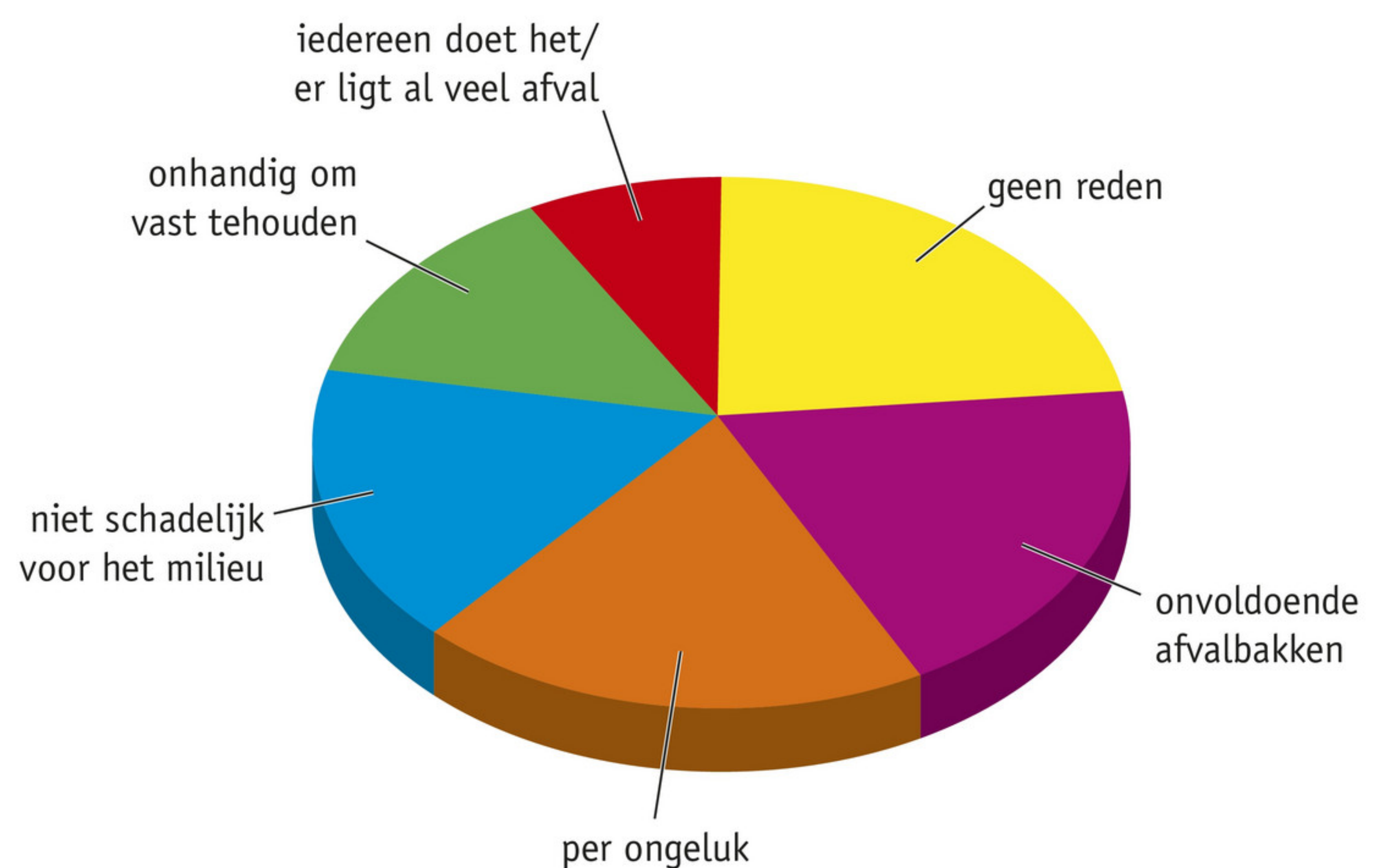
▼ Afb. 116

Rotzooi op straat

DEN HAAG – Twee op de drie mensen ergeren zich enorm aan afval in hun leefomgeving. Op de lijst van ergernissen staat zwerfafval op de tweede plaats, na hondenpoep. Uit de cijfers blijkt dat veel mensen afval op straat gooien. In 2014 werden na Koningsdag in Amsterdam ruim 5500 vuilniszakken vol afval bij elkaar

geveegd door de reinigingsdienst. Rijkswaterstaat ruimt jaarlijks langs de snelwegen zo'n 25 miljoen kilogram afval op. De totale hoeveelheid afval die wordt opgehaald op wegen buiten de bebouwde kom wordt geschat op 100 miljoen kilogram.

► **Afb. 117** Redenen waarom mensen zwerfafval dumpen.



▼ Afb. 118

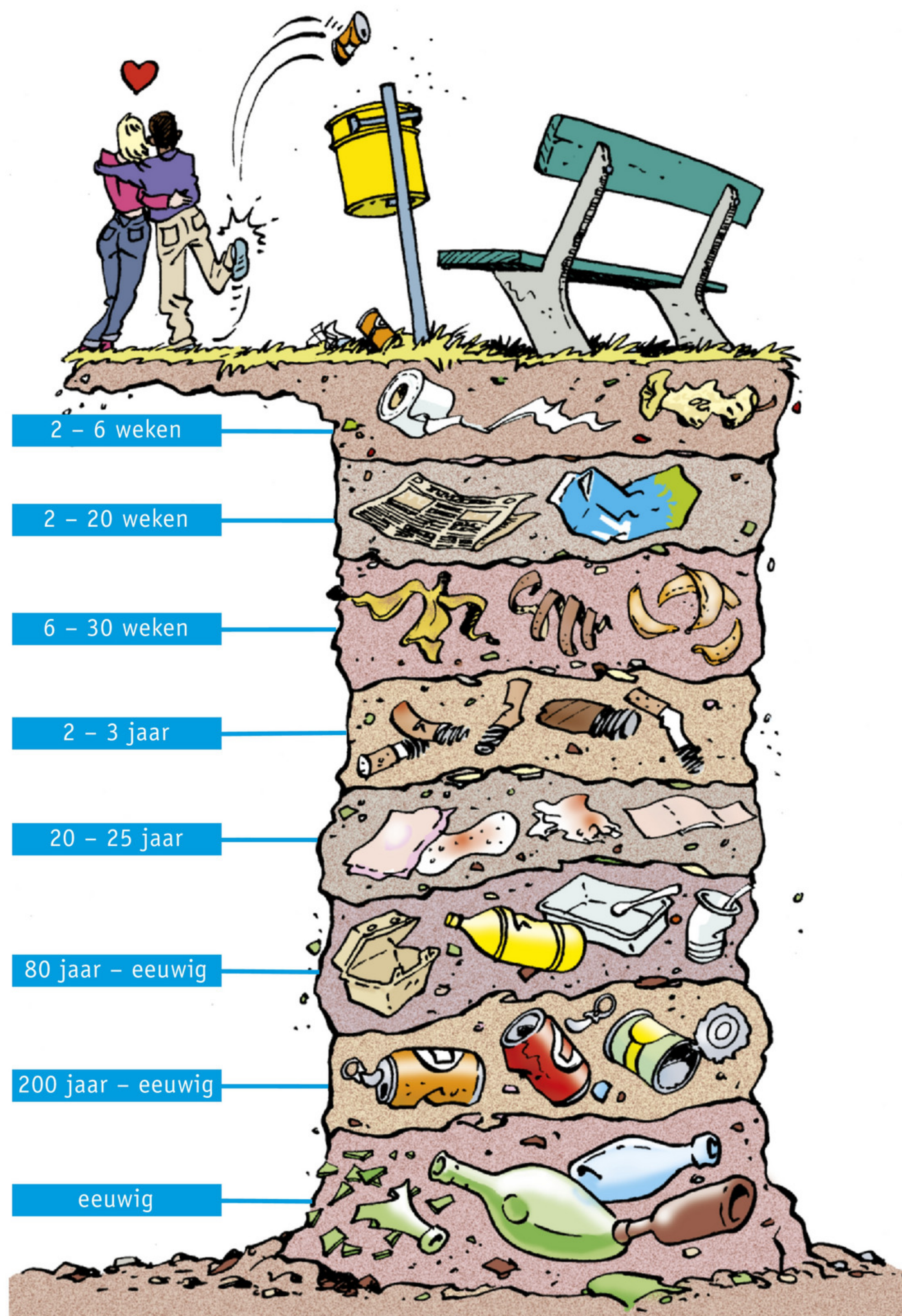
De vervuiler moet betalen

Nederlanders willen hoge geldboetes om zwerfafval te bestrijden. Dat is een van de opvallendste conclusies uit het onderzoek dat het NIPO, in opdracht van de Stichting Nederland Schoon, heeft uitgevoerd. Maar liefst 77% van de ondervraagden vindt dat zwerfafval in Nederland aangepakt kan worden door hogere geldboetes. Een boete van € 75,- voor het weggooien van afval op straat is voor bijna de helft van de ondervraagden een prima bedrag.

Meer prullenbakken plaatsen staat op de tweede plaats als het gaat om het voorkomen van zwerfafval. Voorlichting geven is de derde oplossing die door de geïnterviewden wordt aangegeven. Dit was voor de Stichting Nederland Schoon de aanleiding om een uitgebreide voorlichtingscampagne te beginnen.



► **Afb. 119** Hoelang duurt het voordat zwerfafval is vergaan?



2 Ecologische voetafdruk

In de basisstof heb je geleerd dat we voedsel, zuurstof, water, energie en grondstoffen uit ons milieu halen. Ook gebruiken we het milieu voor recreatie en voor de verwerking van ons afval.

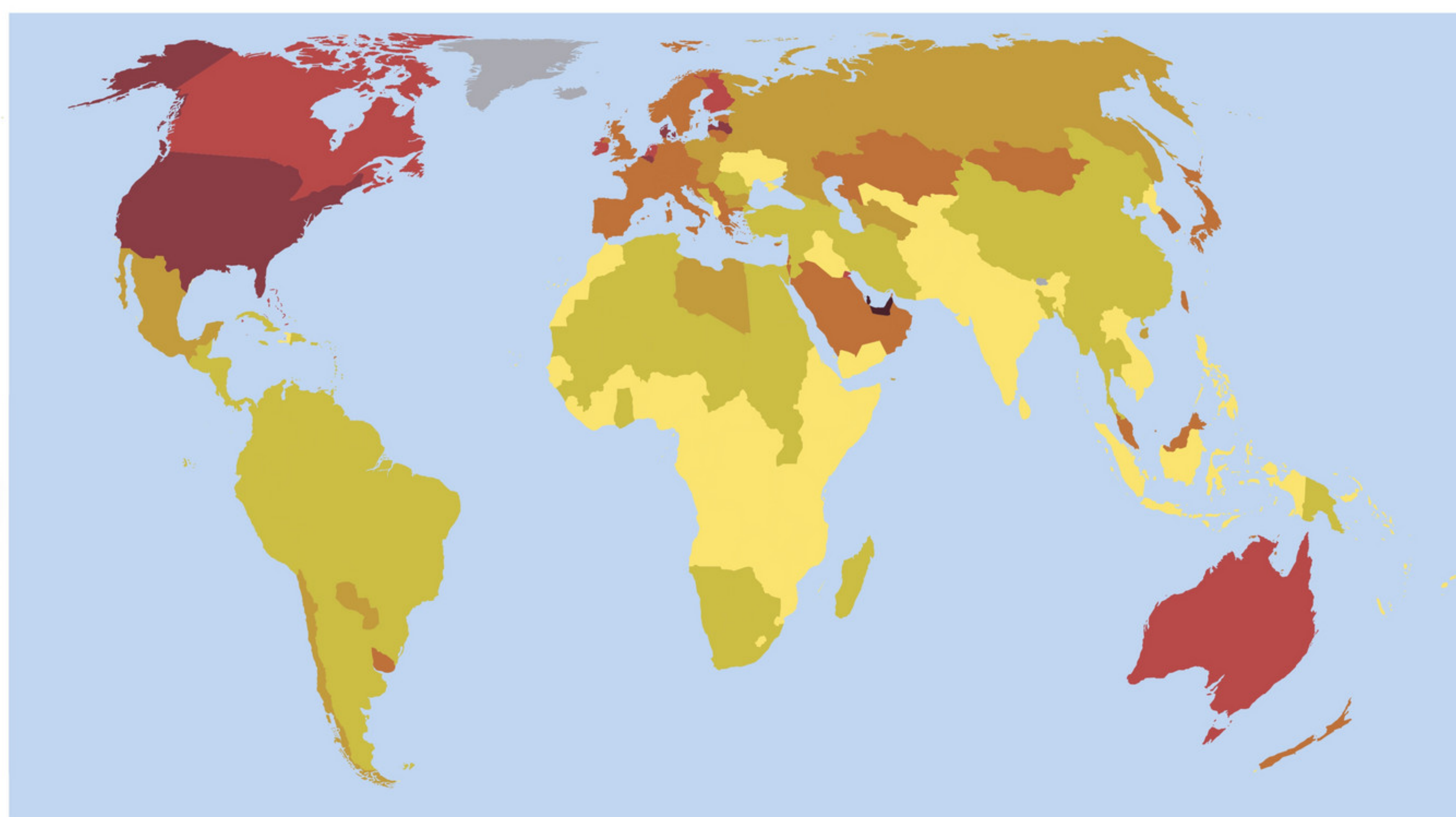
De bomen en planten die ons voedsel en onze grondstoffen leveren, nemen ruimte in doordat ze groeien. Ook de gewassen waarmee de dieren worden gevoed die ons melk, vlees, wol of leer leveren, nemen ruimte in. Fossiele brandstoffen, die we gebruiken voor transport of als grondstof, zijn ontstaan uit de resten van planten en dieren die miljoenen jaren geleden op aarde hebben geleefd. Ook zij hebben ruimte ingenomen.

De hoeveelheid ruimte die iemand per jaar inneemt om zijn voedsel en andere producten te produceren en te transporteren, zijn huis te verwarmen, zijn afval te verwerken en te recreëren, wordt zijn **ecologische voetafdruk** genoemd. Iemand's ecologische voetafdruk is afhankelijk van zijn leefstijl. De ecologische voetafdruk wordt uitgedrukt in **mondiale hectare** (mha). Dit is niet echt een hectare, maar een manier om aan te geven hoeveel ruimte aan milieu een mens gebruikt. Een gemiddelde Nederlander had in 2011 een ecologische voetafdruk van 6,3 mha. Er zou dus per persoon jaarlijks 6,3 hectare grond nodig zijn om te voorzien in de behoefte aan voedsel en andere producten, transport en vooral energie. Niet iedereen in de wereld heeft een even grote voetafdruk (zie afbeelding 120).

▼ **Afb. 120** De ecologische voetafdruk per persoon in 2010.

Legenda:

- 0-1,5 mha
- 1,5-3,0 mha
- 3,0-4,5 mha
- 4,5-6,0 mha
- 6,0-7,5 mha
- 7,5-9,0 mha
- 9,0-10,5 mha
- >10,5 mha
- gegevens ontoereikend



* hoe donkerder de kleur, des te groter de Ecologische Voetafdruk per persoon

Als de aarde eerlijk verdeeld zou worden onder alle mensen, zonder de aarde uit te putten, zou iedereen een voetafdruk van 1,8 mha hebben. Dit is het Eerlijke Aarde-aandeel of de **beschikbare biocapaciteit**. Maar uit berekeningen blijkt dat de mens een gemiddelde voetafdruk heeft van 2,7 mha. Dat betekent dat de natuurlijke reserves van de aarde uitgeput zullen raken. Voor een duurzame ontwikkeling is het dus belangrijk dat we niet op 'te grote voet' leven.

3 Een bodemprofiel maken

De grond waar je op staat, bestaat uit heel veel verschillende lagen. Iedere laag heeft zijn eigen kenmerken, die belangrijk en bepalend zijn voor de plantengroei in dat gebied. Zo zijn de hoeveelheid voedingsstoffen, water en zuurstof belangrijke eigenschappen die van invloed zijn op de groei van planten. De bodem bepaalt dus voor een deel de vegetatie van een bepaald gebied.

In het werkboek lees je hoe je een **bodemprofiel** kunt maken.

WB OPDRACHT 1 BLZ. 124

► **Afb. 121** De bodem bestaat uit verschillende lagen grond.



- A**
- aantasting 118
 - aarde, opwarming van de 123
 - abiotische factoren 75
 - abortus 50
 - accumulatie 147
 - adaptatie 92
 - advies, genetisch 48
 - afbraak, biologische 134
 - afval, biologisch afbreekbaar 134
 - afval, huishoudelijk 136
 - afval, klein chemisch 138
 - afval, niet-biologisch afbreekbaar 134
 - afvalcontainers 136
 - afvaleters 79
 - afvalverwerking 137
 - afvalwater, huishoudelijk 151
 - akkerbouw 139
 - akkerbouwbedrijven 140
 - albino 21
 - allel 11
 - allel, dominant 19
 - allel, gemuteerd 20
 - allel, recessief 19
 - allelenpaar 11
 - alleseters 79
 - amfibieën 39
 - amputeren 48
 - atmosfeer 127
 - autotroof 80
- B**
- bacteriën 38, 42
 - bedrijven, gemengde 139
 - beluchtingstank 152
 - beschikbare biocapaciteit 172
 - bijvangst 143
 - biobrandstoffen 125
 - biocapaciteit, beschikbare 172
 - biociden 146
 - biociden, niet-selectieve 146
 - biodiesel 125
 - biodiversiteit 74, 120
 - bio-industrie 141
 - biologisch afbreekbaar afval 134
 - biologisch evenwicht 88
 - biologische afbraak 134
 - biologische gewasbescherming 148
 - biologische landbouw 144
 - biologische zuivering 152
 - biomassa 85, 124
 - boom 77
 - biosfeer 77
 - biotechnologie 42
 - biotische factoren 75
 - biotoop 77
 - bodemprofiel 173
 - bodemsanering 153
 - brandstoffen, fossiele 123
 - broeikaseffect 127
 - broeikasgassen 127
- C**
- carnivoren 78
 - celdeling 35
 - celdeling, gewone 13
 - celkerntransplantatie 44
 - cfk 131
 - chemische gewasbeschermingsmiddelen 140
 - chemische industrie 119
 - chromosomen 8
 - chromosomen, enkelvoudige 11
 - chromosomenparen 9
 - chromosomenportret 71
 - climaxecosysteem 91
 - code 9
 - combinatiebedrijven 139
 - commensalisme 98
 - compost 138
 - composteren 138
 - concurrentie 97
 - condensatie 81
 - consumenten 79
 - consumenten van de eerste orde 79
 - consumenten van de tweede orde 79
- D**
- dampkring 127
 - dinosauriërs 39
 - DNA 8
 - DNA-sequentie 9
 - DNA-technieken, recombinant 42
 - DNA-testen 45
 - dochtercellen 13
 - dominant allel 19
 - Down, syndroom van 49, 71
 - draagmoeder 44
 - drager 48
 - duinbos 110
 - duinstruweel 110
 - duurzame energie 124
 - duurzame ontwikkeling 154

- E**
- echoscoop 48
 - echoscopie 48
 - ecologie 74
 - ecologische voetafdruk 172
 - ecosysteem 77
 - eencellige organismen 38
 - eeneiige tweeling 17
 - eerste eenvoudige levensvormen 38
 - eiwit 14, 83
 - embryonale stamcellen 69
 - energie, duurzame 124
 - energiearme stoffen 80
 - energiebronnen 119
 - energierijke organische stoffen 86
 - energierijke stoffen 80
 - energiestroom 86
 - enkelvoudige chromosomen 11
 - evenwicht, biologisch 88
 - evolutie 24
 - evolutietheorie 24
- F**
- factoren, abiotische 75
 - factoren, biotische 75
 - farming, urban 155
 - farming, vertical 155
 - fenotype 8
 - fijnstof 133
 - Flora- en faunawet 120
 - fossiele brandstoffen 123
 - fossielen 33
 - fossiliseren 34
- G**
- gastheer 98
 - gat in de ozonlaag 131
 - gemengde bedrijven 139
 - gemuteerd allel 20
 - gen 11
 - genetisch advies 48
 - genetische modificatie 42
 - genexpressie 14
 - genomics 45
 - genotype 9
 - genotypen, variatie in 24
 - geologische tijdschaal 37
 - geslachtelijke voortplanting 17
 - geslachtscellen 11
 - gewasbescherming, biologische 148
 - gewasbeschermingsmiddelen, chemische 140
 - gewone celdeling 13
 - gezwel 22
 - gft-container 136
 - gif 119
 - gisten 42
 - glastuinbouw 142
 - glucose 82
 - goedaardig 110
 - grassen 109
 - grijs water 151
 - grofvuil 136
 - grondstoffen 119
- H**
- haaksnavel 94
 - habitats 92
 - hectare, mondiale 172
 - herbivoren 78
 - hergebruik 137
 - heterotroof 80
 - heterozygoot 15
 - hoefgangers 93
 - hokdierbedrijf 141
 - homozygoot 15
 - horizonvervuiling 125
 - huishoudelijk afval 136
 - huishoudelijk afvalwater 151
 - huisvuil 136
 - humus 90, 100
- I**
- individu 76
 - industrie, bio- 141
 - industrie, chemische 119
 - industrie, vee- 141
 - informatie 8
 - intensieve veehouderij 141
 - invloeden, mutagene 21
 - isolatie 30
- K**
- kanker 22
 - kassen 142
 - kca 138
 - kegelsnavel 94
 - kernenergie 124
 - klei 100
 - klein chemisch afval 138
 - klimaat 89
 - klimaatverandering 128
 - klonen 44
 - kloneren 44
 - koolstof, kringloop van 82

koolstofdioxide	82
kringloop	80
kringloop van koolstof	82
kringloop van stikstof	83
kringloop van water	81
kruidachtige planten	109
kruisingen	51
kunstmest	140
kunststoffen	134
kwaadaardig	22

L

landbouw	139
landbouw, biologische	144
landbouwhuisdieren	139
landdieren	39
landplanten	39
levensgemeenschap	77
levensvormen, eerste eenvoudige	38
lichaamscellen	10
loopvogels	93
luchtverontreiniging	123

M

maatregelen, vangstbeperkende	143
meercellige organismen	38
meiose	16
mensachtigen	39
mest, kunst-	140
mest, organische	140
mestoverschot	141
metastase	22
milieu	75
milieu, natuurlijk	118
milieuproblemen	118
milieustraat	138
mitose	13
modificatie, genetische	42
moeder cel	13
mondiale hectare	172
monocultuur	140
monster	112
mutageen	21
mutagene invloeden	21
mutant	21
mutatie	20
mutualisme	98

N

nabezinking	152
nabezinktank	152

natuurlijk milieu	118
natuurlijke selectie	26
natuurlijke vijanden	148
neerslag	81
niche	98
niet-biologisch afbreekbaar afval	134
niet-selectieve biociden	146
niveau, trofisch	86

O

omnivoren	79
omstandigheden, optimale	88
onderzoek, prenataal	48
ongeslachtelijke voortplanting	17
ontwikkeling, duurzame	154
optimale omstandigheden	88
optimumkromme	89
opwarming van de aarde	123
organen, rudimentaire	36
organische mest	140
organische stoffen, energierijke	86
organisme, transgeen	42
organismen, eencellige	38
organismen, meercellige	38
organismen, resistente	146
overbevissing	143
overlevingskans	26
ozon	131
ozonlaag	131
ozonlaag, gat in de	131

P

paarvorming	97
parasiet	98
parasitisme	98
paren	9
perioden	37
pincetsnavel	94
pionierecosysteem	90
piramide van aantallen	84
piramide van biomassa	85
plaag	146
planten, kruidachtige	110
planteneters	78
populatie	76
populatiegrootte	88
prenataal onderzoek	48
priemsnavel	94
producenten	79

- R**
- rangorde 97
 - recessief allel 19
 - recombinant-DNA-technieken 42
 - reconstructie 34
 - recycling 137
 - reducenten 80
 - reptielen 39
 - resistente organismen 146
 - resistentie 146
 - restafval 136
 - rioolslib 152
 - rioolwaterzuiveringsinstallatie 151
 - risicogroep 48
 - Rode lijst 120
 - roofvogels 93
 - rudimentaire organen 36
 - rudimenten 36
- S**
- samenwerking 97
 - sauriërs 39
 - schaduwplanten 95
 - schakel 78
 - sedimenten 33
 - selectie, natuurlijke 26
 - slibdroogveld 152
 - smog 132
 - smog, zomer- 132
 - stadslandbouw 155
 - stamcel 68
 - stamcellen, embryonale 69
 - stamcellen, volwassen 68
 - steltlopers 93
 - stikstof, kringloop van 83
 - stikstofzouten 83
 - storten 138
 - straling, ultraviolette 131
 - stratosfeer 131
 - strooisel 112
 - stroomlijn 92
 - successie 91
 - symbiose 98
 - syndroom van Down 49, 71
- T**
- teengangers 93
 - territorium 97
 - tijdperken 37
 - tijdschaal, geologische 37
 - topgangers 93
 - transgeen organisme 42
 - trisomie 21 71
 - trofisch niveau 86
 - troposfeer 131
 - tuinbouw 139
 - tuinbouw in de open grond 142
 - tuinbouwbedrijven 142
 - tumor 22
 - twee-eiige tweeling 17
 - tweeling, eeneiige 17
 - tweeling, twee-eiige 17
- U**
- uilen 93
 - uitputting 118
 - uitzaaiing 22
 - ultraviolette straling 131
 - urban farming 155
- V**
- vangstbeperkende maatregelen 143
 - vangstquotum 143
 - variatie in genotypen 24
 - veehouderij, intensieve 141
 - veeteelt 139
 - veeteeltbedrijven 141
 - verbranden 138
 - vertical farming 155
 - vervuiling 118
 - verwantschap 40
 - verweren 90
 - verzuring 133
 - vijanden, natuurlijke 148
 - vissen 39
 - visserij 143
 - visteelt 143
 - vleeseters 78
 - vlokkentest 49
 - voedingsgewassen 139
 - voedselketen 78
 - voedselnet 79
 - voedselweb 79
 - voetafdruk, ecologische 172
 - vogels 39
 - volwassen stamcellen 68
 - vorbezinking 152
 - vorbezinktank 152
 - voorjaarsbloeiërs 95
 - voortplanting, geslachtelijke 17
 - voortplanting, ongeslachtelijke 17
 - vruchtwaterpunctie 49
 - vruchtwisseling 144

W

warmte-uitstraling	127
water, grijs	151
water, kringloop van	81
waterbesparing	155
waterdamp	81
waterkracht	126
waterlelie	96
waterpest	96
watervogels	93

Z

zand	100
zangvogels	93
zeefsnavel	94
zeespiegel	128
zomersmog	132
zonneboiler	126
zonnepaneel	126
zonplanten	95
zoogdieren	39
zoolgangers	93
zuivering, biologische	152
zwerfafval	169

AUTEURS

Arteunis Bos
 Arthur Jansen
 Onno Kalverda
 Hans Rawee
 Gerard Smits
 Ben Waas

EINDREDACTIE

Arteunis Bos
 Onno Kalverda

REDACTIE

Ivonne Hermens, PRosa Redactie, Grada Hooijer

FOTO'S EN ILLUSTRATIES

123RF: thema 5: 10 r, 12 l, 13.3, 17.1, 18, 19.1, 19.2, 27, 29 l, 31, 35.1, 43.3, 43.4, 43.5, 43.7, 43.9, 57, 67.2, 69, 74, 79.2; ANP Foto, Rijswijk: thema 5: 25 ro, 32; thema 6: 44; thema 7: 17, 46.1 l, r, 53.1, 62, 79.1, 79.2, 79.3, 84, 85.1, 89, 90, 100, 106, 118; AP Photo / Professor Woo Suk Hwang / Nature / PA: thema 5: 61; Associated Press / Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 90; thema 6: 21; Teun Berserik, Den Haag: thema 7: 1, 6.1, 6.2, 15, 83, 87, 119; Buiten-beeld, Nijkerk: thema 6: 42.2; thema 7: 110; Corbis: thema 5: 44.1; thema 7: 23, 107; Erik Eshuis Infographics, Groningen: thema 5: 34, 43 l, 64, 78 o, 86.1; thema 6: 4, 13, 20, 23, 25, 43, 47, 56, 58, 61; thema 7: 18, 44, 47, 60, 86, 115, 117, 120; Wim Euverman, Utrecht: thema 5: 53.1, 54.1, 54.2; Fotografie Marijn Olislagers, 's-Hertogenbosch: thema 7: 41; Frank Uijlenbroek / FFU Press Agency: thema 5: 20; Fresh Images / Reporters, Haarlem: thema 5: 59.1; Gemeente Amsterdam: thema 6: 74; Getty Images: thema 5: 26; thema 7: 20, 21.1, 22, 27, 35, 36, 38.1, 38.3, 40, 121; Henk van der Vrande: thema 5: 8, 72, 73, 88, 96; thema 7: 58, 71; Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 24.2, 37, 94; thema 6: 26.1; thema 7: 45, 46.2, 50, 51, 53.3, 61, 67 l, r, 101, 105, 114; Imageselect, Wassenaar: thema 5: 21.2, 24.1, 25 lo, 33 ro, 65, 67.3; thema 6: 22, 38; thema 7: 25, 29 m, 74, 111; iStockphoto: thema 6: 7 b, o; JJP / LookatSciences / Hollandse Hoogte, Amsterdam: thema 5: 4; Medical Visuals Maartje Kunen, Arnhem: thema 5: 7, 9, 13.2, 40, 50, 68, 70; Merlijn Michon Fotografie, Amsterdam: thema 5: 58, 59.2, 60, 73; thema 7: 42, 48, 49, 52, 68, 98, 99, 102, 103, 108; Milieucentraal: thema 7: 85.2; Nationale Beeldbank, Amsterdam: thema 6: 27; thema 7: 43, 56; Novum Nieuws, Amsterdam: thema 5: 25 lb; thema 7: 63; Reuters / Novum Nieuws, Amsterdam: thema 7: 88;

ISBN 978 90 345 8265 2

Zevende editie, vierde oplage

MALMBERG

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Voor zover het maken van kopieën uit deze uitgave is toegestaan op grond van artikel 16b Auteurswet 1912 j° het Besluit van 20 juni 1974, St.b. 351, zoals gewijzigd bij het Besluit van

ONTWERP

Uitgeverij Malmberg

OPMAAK

Pointer grafische vormgeving, Geldrop

BEELDRESEARCH

B en U International Picture Service, Amsterdam

Corina van Riel: thema 5: 56, 92; Eike M. Ross / <http://naturfotomross.blogspot.de>: thema 6: 1; Science Photo Library / ANP Foto, Rijswijk: thema 5: 6, 38, 59.3, 97; thema 6: 41 r, 42.3; thema 7: 30.1; Shutterstock: thema 5: 2.1, 14.1, 14.2, 14.3, 21.1, 23, 33 lb, mlb, mrb, rb, lo, mo, 35.2, 43.1, 43.2, 43.6, 43.8, 44.2, 59.4, 62.3, 66, 67.1, 75, 79.1, 77, 81, 86.2, 91, 99; thema 6: 8, 11, 14, 26.2, 29, 30, 31, 34, 35, 39, 40, 41 l, 42.1, 48, 49, 57, 62, 64, 65, 66, 68, 69, 71, 72; thema 7: 3, 4, 7, 8, 11, 12 r, 13, 19, 21.2, 26, 28, 29 b, o, 30.2, 32, 34, 37, 38.2, 53.2, 57, 59, 64, 65, 69, 85.2, 91, 96, 104, 113; Skal Bio Controle: thema 7: 67 (logo); Stichting Sunwiser / Dr. Jetske Ultee, Rotterdam: thema 5: 30; Superstock: thema 7: 75; Bas Teunis Zoological Illustrations, Eindhoven: thema 5: 36, 39, 41, 42, 45, 47, 48, 49.2, 53.2, 76, 82, 83, 84, 87, 93; thema 6: 2, 3, 5, 6, 10, 17, 24, 32, 33, 50, 51, 59, 63; thema 7: 9 (dieren); Thinkstock: thema 5: 25 rb; Vork Teken- en Ontwerpburo, 's-Hertogenbosch: thema 7: 81

BEELDEN OMSLAG EN THEMA-OPENINGEN

omslag: olifant, Nature Picture Library
 thema 5: leerling met DNA-model, Corbis
 thema 6: Oostvaardersplassen: Buiten-beeld
 thema 7: stadstuinjes, Hollandse Hoogte

De uitgever heeft getracht met alle rechthebbenden op beelden en tekst in contact te treden. Mogelijk is dit niet in alle gevallen gelukt. Degene die meent op beelden en/of tekst recht te kunnen doen gelden, wordt verzocht in contact te treden met Uitgeverij Malmberg te 's-Hertogenbosch.

23 augustus 1985, St.b. 471, en artikel 17 Auteurswet 1912, dient men de daarvoor wettelijk verschuldigde vergoedingen te voldoen aan de Stichting Reprorecht (Postbus 3051, 2130 KB Hoofddorp). Voor het overnemen van gedeelte(n) uit deze uitgave in bloemlezingen, readers en andere compilatiewerken (artikel 16 Auteurswet 1912) dient men zich tot de uitgever te wenden.

© Malmberg 's-Hertogenbosch

AUTEURS

Arteunis Bos
Arthur Jansen
Onno Kalverda
Hans Rawee
Gerard Smits
Ben Waas

ISBN 978 90 345 8265 2



9 789034 582652

551103

MALMBERG